



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS INDUSTRIALES Y DE TELECOMUNICACIÓN

Titulación:

INGENIERO TÉCNICO DE TELECOMUNICACIÓN,
ESPECIALIDAD EN SONIDO E IMAGEN

Título del proyecto:

**3D-modelización para la simulación acústica de recintos
escénicos de gran capacidad**

Julen Echarte Puy

Tutor: Ricardo San Martín Murugarren

Pamplona, 26/4/2012



Índice

<i>1. Introducción:</i>	5
1.1. Objetivo.....	5
1.2. Introducción Teórica.....	5
1.2.1. Campo sonoro en recintos.....	5
1.2.2. Materiales para acondicionamiento acústico.....	8
1.2.3. Parámetros característicos.....	10
1.2.4. Diseño acústico de salas.....	12
1.2.5. Leo Beranek: Concert and opera halls: How they sound.....	13
<i>2. Guía de modelado de una sala mediante Google SketchUp.....</i>	14
<i>3. Auditorios analizados.....</i>	36
3.1. Protocolo de asignación de materiales.....	36
3.1.1. Introducción.....	36
3.1.2. Coeficientes equivalentes de absorción sonora.....	39
3.1.3. Absorción residual: auditorios completos sin butacas.....	39



3.1.4. Absorción de las butacas:	
auditorios con butacas ya instaladas.....	40
3.1.5. Absorción de audiencia y	
Orquesta.....	42
3.1.6. Coeficientes de absorción para	
materiales arquitectónicos comunes:	
Valores históricos	43
3.2. Elección de los coeficientes de difusión..	45
3.3. Auditorios simulados.....	48
3.3.1. Situación de los auditorios	
simulados	48
3.3.2. Auditorio Alfredo Kraus.....	50
3.3.3. Auditorio Nacional de Música.....	51
3.3.4. Baluarte.....	52
3.3.5. Palacio Euskalduna.....	53
3.3.6. Kursaal	54
3.3.7. L'Auditori Barcelona.....	55
3.3.8. Mozart.....	56
3.3.9. Narciso Yepes.....	57
3.3.10. Palacio de Congresos de Madrid..	58
3.3.11. Palacio de Congresos de Oviedo..	59



3.3.12. Palacio de congresos y exposiciones de Galicia.....	60
3.3.13. Sala Argenta.....	61
3.3.14. Sala García Lorca	62
3.3.15. Sala Iturbi Valencia.....	63
3.3.16. Sala Magna de Mallorca.....	64
3.3.17. Teatro de la Maestranza.....	65
3.3.18. Teatro del Parque de Atracciones de Madrid.....	66
3.3.19. Palau de la Música Catalana.....	67
3.3.20. Teatre del Liceu.....	68
3.3.21. Teatro Tivoli.....	69
3.3.22. Teatro Arriaga.....	70
3.3.23. Teatro Real de Madrid.....	71
3.4. Simulaciones.....	72
3.4.1. Quick Stimate.....	72
3.4.2. Global Stimate.....	73
3.4.3. Calculo de la respuesta de las fuentes a receptores.....	73
4. <i>Análisis de datos</i>	74
4.1. Herramienta de búsqueda de datos.....	75
4.2 Ejemplos de aplicación de la	



Herramienta.....	77
4.2.1 Comparativa de resultados simulados con datos reales medidos.....	77
4.2.2. Ejemplos de posibles estudios facilitados en la base de datos.....	82
4.2.2.1. T30 en función de la superficie ocupada.....	82
4.2.2.2. Relación entre el C80 y el T30.....	83
4.2.2.3. Expresión teórica del RTmid.....	84
4.2.2.4. Sonoridad (G).....	85
4.2.2.5. Eficiencia lateral (LF).....	86
4.2.3. Comparativa de resultados entre diferentes simulaciones realizadas en ODEON.....	87
4.2.4. Comparativa de datos entre nuestra base de datos, y la base de datos creada por L. Beranek.....	89
5. Conclusiones.....	91
6. Bibliografía.....	93
7. Apéndice.....	94



1. Introducción:

1.1. Objetivo

Este Proyecto de Fin de Carrera, tiene como objetivo principal la digitalización en 3D y su posterior simulación acústica de los recintos escénicos españoles de mayor capacidad.

Una vez realizados dichas simulaciones, se compararán algunos resultados disponibles, con medidas realizadas in situ, además de realizar un análisis de los valores y comparaciones.

Con ayuda de la base de datos que Leo Beranek realizó en su libro “Concert and Opera Halls, How they Sound”, comparar el estado actual de los recintos escénicos españoles, con dichos recintos internacionales.

1.2. Introducción Teórica

1.2.1. Campo sonoro en recintos

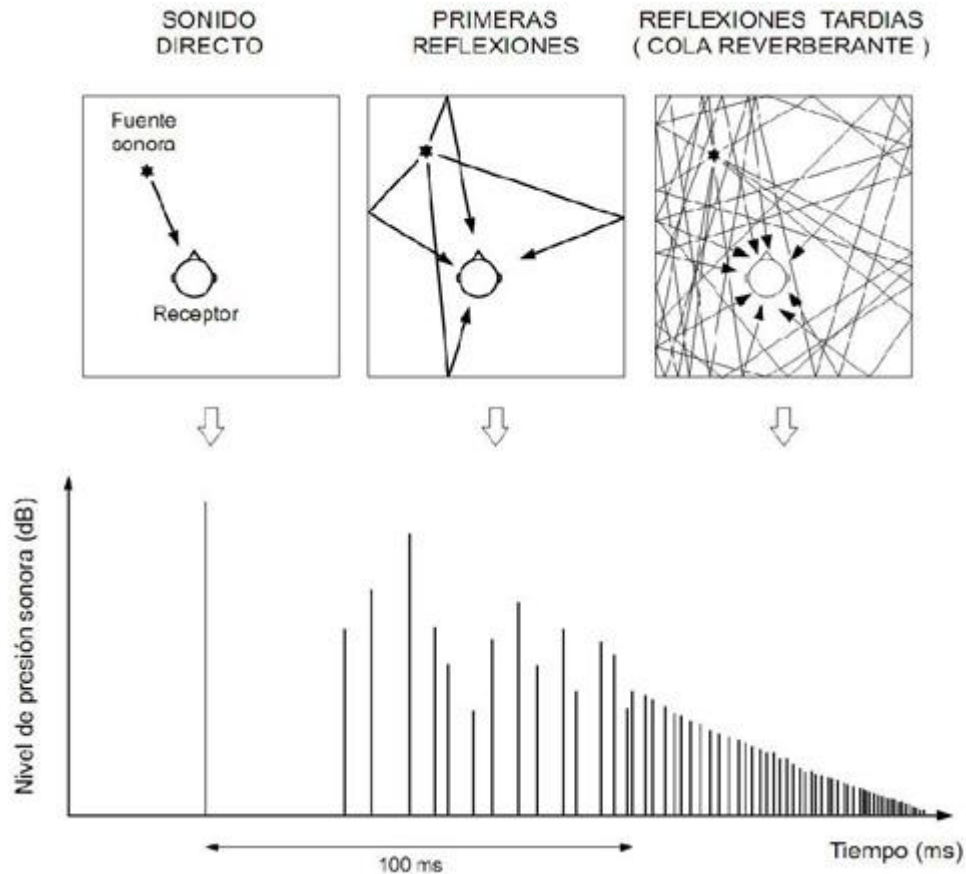
El sonido irradiado por una fuente sonora en un recinto, llega al receptor de dos maneras diferentes; el sonido directo que llegaría como si estuviesen tanto fuente como receptor en campo abierto, y el sonido reflejado, asociado a las diferentes reflexiones que sufre la onda sonora cuando incide sobre diferentes superficies del recinto.

La energía correspondiente al sonido directo, depende exclusivamente de la distancia entre fuente y receptor, mientras que la energía asociada al sonido reflejado depende del recorrido realizado por cada rayo sonoro reflejado, y del grado de absorción acústica de los materiales utilizados como recubrimiento acústico. A más distancia, y mayor absorción de los materiales, menos es la energía sonora que se refleja.

El sonido reflejado, se puede dividir en 2 zonas de características diferentes. La primera de ellas, son aquellos sonidos que llegan inmediatamente después del sonido directo, llamadas primeras reflexiones. La segunda, son aquellas reflexiones más tardías, denominada cola reverberante.

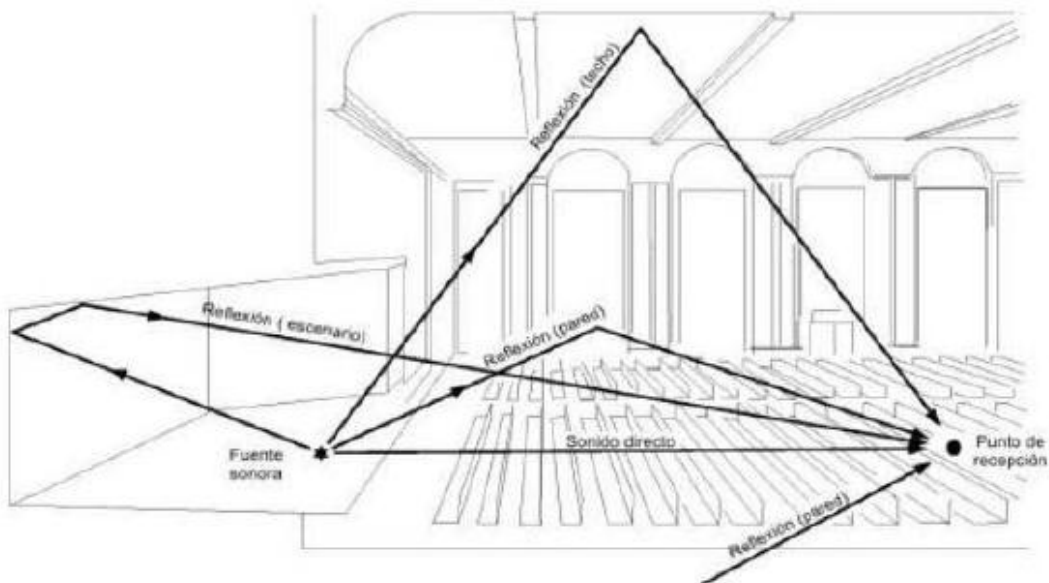
Pese a que la llegada de reflexiones sea continua, y no tenga cambios bruscos, las primeras reflexiones llegan de forma más discretizada que las reflexiones pertenecientes a la cola reverberante. Esto es debido a que las primeras reflexiones son de orden “n” bajo. La orden se refiere al número de veces que el rayo sonoro haya incidido sobre una superficie antes de llegar al receptor. Normalmente, para primeras reflexiones $n \leq 3$.

A la representación gráfica de este fenómeno se le denomina ecograma. Veamos a continuación un ejemplo:



[Figura 1: Esquema de la llegada de diferentes rayos, y ecograma]

Las primeras reflexiones representan un nivel energético mayor que las correspondientes a la cola reverberante, ya que son de orden más bajo. Además, por el hecho de depender directamente de las formas geométricas de la sala, son específicas de cada punto, y por tanto, determinan las características acústicas propias del mismo, justamente con el sonido directo.



[Figura 2: Primeras reflexiones y sonido directo en un recinto acústico]

1.2.2. Materiales para acondicionamiento acústico

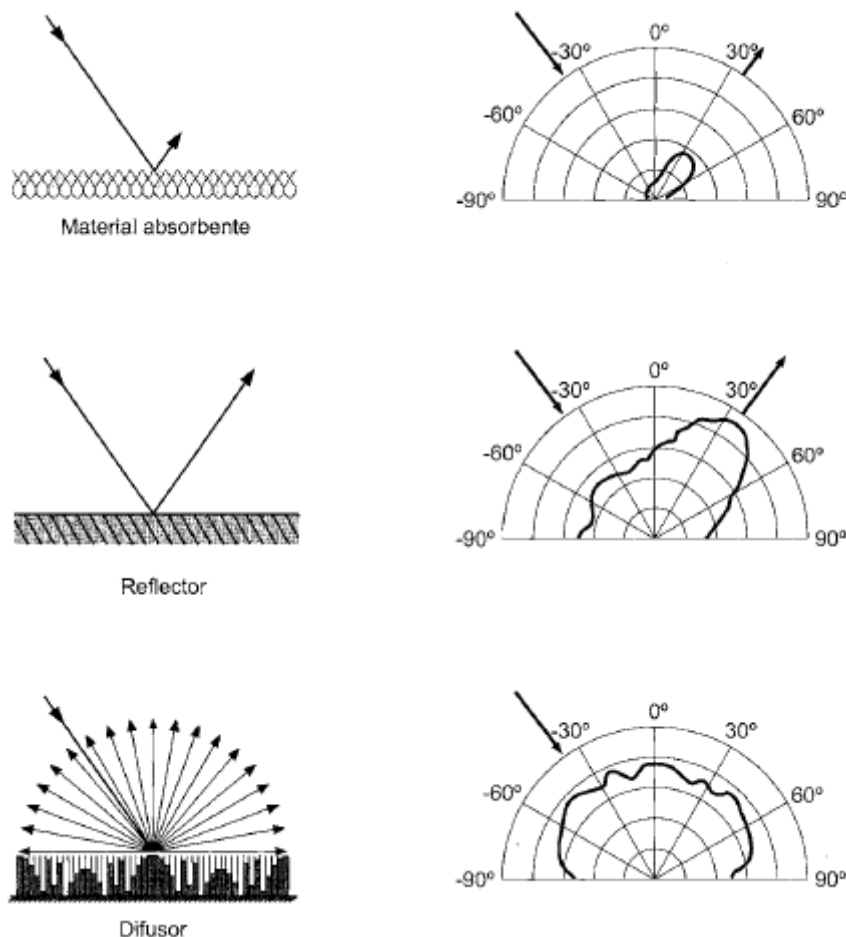
Una vez fijado el volumen y la forma de un recinto, gran parte del acierto en la acústica radica en la elección de los materiales que se vayan a utilizar, para poder así conseguir unos tiempos de reverberación adecuados.

Además, en según qué tipo de recintos, es necesario potenciar la aparición de primeras reflexiones, o conseguir una buena difusión del sonido. Estos son los efectos que conseguiremos según qué tipo de materiales utilicemos:

-Absorción del sonido: La energía reflejada es la mínima.

-Reflexión del sonido: La energía reflejada es mucho mayor y está concentrada alrededor de la dirección de reflexión especular.

-Difusión del sonido: La energía reflejada es elevada y está repartida de forma uniforme en todas las direcciones de reflexión.



[Figura 3: Tipos de materiales y sus efectos sonoros]



Absorción del sonido:

Para la calidad acústica de un recinto, es determinante la reducción de la energía asociada a las ondas sonoras, tanto en su propagación a través del aire, como cuando inciden sobre las superficies límite.

Dicha reducción energética, viene dada generalmente por los siguientes elementos: El público y las sillas, los materiales absorbentes selectivos (resonadores), superficies límite de la sala susceptibles de entrar en vibración (puertas, ventanas,...), el aire y los materiales rígidos no porosos utilizados en la construcción de las paredes y techos de los recintos (hormigón).

Las características de absorción de los materiales absorbentes y de los resonadores dependen no solo de sus propiedades físicas, sino también en gran parte de un sinfín de condicionantes y de detalles constructivos. Por ello, para realizar cualquier diseño resulta imprescindible disponer de los coeficientes de absorción α obtenidos mediante ensayos de laboratorio.

Reflexión del sonido:

El diseño de elementos reflectores, posibilita la aparición de primeras reflexiones útiles en la zona del público. Dichos elementos están constituidos por materiales lisos, no porosos y totalmente rígidos capaces de reflejar la mayor parte de la energía sonora que incide sobre ellas.

No todas las salas precisan de elementos reflectores, pero si aquellas destinadas a la palabra (teatros y salas de conferencias), y a la música no amplificada (salas de conciertos sinfónicas).

Pero no todas las reflexiones son útiles, ya que dependiendo del uso que se le vaya a dar a la sala, dichas reflexiones deberán actuar en tiempos diferentes. En el caso de salas destinadas a la palabra, serán útiles todas aquellas reflexiones que lleguen al receptor dentro de los primeros 50ms desde la llegada del sonido directo. Para el caso de salas destinadas a música, se amplía hasta los 80ms.

El aumento de las primeras reflexiones, aumenta la sonoridad y la claridad musical. Si además esas reflexiones son laterales, se produce un incremento del grado de impresión espacial.

Difusión del sonido:

La difusión del sonido en una sala se consigue mediante la colocación de elementos expresamente diseñados para dispersar, de forma uniforme y en múltiples direcciones, la energía sonora que incide sobre los mismos.

La existencia de difusión en salas de conciertos significa que la energía de campo reverberante llegará a los oídos de los espectadores por un igual desde todas las

direcciones del espacio. Ello contribuirá a crear un sonido altamente envolvente y, por tanto, a aumentar el grado de impresión espacial existente. Cuanto mayor sea el grado de impresión espacial, mejor será la valoración subjetiva de la calidad acústica del recinto.

En ocasiones, la difusión es también utilizada para eliminar alguna de las anomalías que pueden aparecer tanto en recintos destinados a la palabra, como en salas de conciertos. Dichas anomalías pueden aparecer en forma de coloraciones, desplazamiento de la fuente sonora, ecos, o focalizaciones del sonido.

Si bien cualquier superficie produce un cierto grado de difusión, la existencia de ornamentación, nichos, irregularidades y relieves en las superficies de una sala provoca un notable incremento de la difusión. Es el caso de salas de conciertos clásicas, repletas de molduras decorativas, estatuas, y techos artesonados.

1.2.4. Parámetros característicos

A continuación repasaremos los parámetros utilizados en el análisis de las salas.

Tiempo de reverberación (RT):

El tiempo de reverberación RT se define como el tiempo que transcurre desde que el foco emisor se detiene hasta que el nivel de presión sonora cae 60 dB. En general, el RT depende de la frecuencia. La valoración subjetiva del RT se denomina “reverberancia”, e indica el grado de reverberación percibido en la sala.

Según Beranek, considerando volúmenes entre 10.000 y 30.000 m³, el valor medio de los RT correspondientes a las bandas de 500 Hz y 1kHz de una sala de conciertos totalmente ocupada y destinada a un amplio repertorio de música sinfónica debe estar comprendido entre 1,8 y 2 segundos. Estos son los tiempos de reverberación óptimos según Beranek para distintos tipos de música:

Tipo de Música	RT _{Mid} (S)
Música sinfónica	1,8 - 2,0
Música barroca y clásica	1,6 – 1,8
Música de cámara	1,3 – 1,7
Ópera	1,2 – 1,5

[Tabla 1: Tiempos de RT óptimos]



“Early Decay Time” (EDT):

El EDT se define como 6 veces el tiempo que transcurre desde que el foco emisor deja de radiar hasta que el nivel de presión sonora cae 10 dB. Al igual que el RT, el EDT también varía en función de la frecuencia.

El EDT está más relacionado con la impresión subjetiva de viveza que el RT, utilizado tradicionalmente. Esto significa que, en todos aquellos puntos de una sala don un EDT significativamente menor que el RT, la sala resultará, desde el punto de vista subjetivo, más apagada de lo que se deduciría del valor de RT.

Con objeto de garantizar una buena difusión del sonido en una sala ocupada, es preciso que el valor medio de los EDT correspondientes a las bandas de 500 Hz y 1KHz sea del mismo orden que RT_{Mid} .

Sonoridad (G):

La sonoridad G se corresponde con el grado de amplificación producido por la sala. Depende de la distancia del oyente al escenario, de la energía asociada a las primeras reflexiones, de la superficie ocupada por el público y del nivel de campo reverberante.

Según Lehmann, la sonoridad G (“Strength Factor”) se define como la diferencia entre el nivel total de de presión sonora L_p producido por una fuente omnidireccional en un determinado punto de una sala y el nivel de presión sonora producido por la misma fuente situada en campo libre y medido a una distancia de 10 m.

Ambos niveles se miden por bandas de frecuencias de octava (entre 125 Hz y 4 kHz) y aplicando la misma potencia a la fuente sonora. El nivel de referencia en cada banda de frecuencias es de 69 dB SPL.

Beranek recomienda que el valor de G para la sala vacía obtenido como promedio de los correspondientes a las bandas de octava centradas en 500 Hz y 1 kHz, esté situado entre 4 y 5,5 dB.

Claridad Musical (C_{80})

La claridad musical incide el grado de separación entre los diferentes sonidos individuales integrantes de una composición musical.

Según Cremer, el C_{80} se define como la relación entre la energía sonora que llega al oyente durante los primeros 80 ms desde la llegada del sonido directo y la que llega después de los primeros 80 ms, calculada en cada banda de frecuencias entre 125 Hz y 4 KHz. El C_{80} se expresa en escala logarítmica (dB):

$$C_{80} = \frac{\text{Energía hasta 80 ms}}{\text{Energía a partir de 80 ms}}$$

La elección del intervalo temporal de 80 ms se debe a que, cuando se trata de música, las reflexiones que llegan al oyente dentro de dicho intervalo son integradas por el oído junto con el sonido directo, y por tanto, contribuyen a aumentar la claridad musical. Constituyen, pues, las denominadas primeras reflexiones.

Beranek recomienda para la sala vacía que el valor medio de los C_{80} correspondientes a las bandas de 500 Hz, 1 KHz y 2 KHz (denominado “music average”) se sitúe preferentemente entre -4 y 0 dB. En todo caso, se deben evitar valores superiores a 1 dB.

Eficiencia Lateral (LF):

Según A. H. Marshall, la eficiencia lateral LF (“Lateral energy Fraction”) se define como la relación entre la energía que llega lateralmente al oyente dentro de los primeros 80 ms desde la llegada del sonido directo (se excluye el sonido directo) y la energía recibida en todas las direcciones en dicho intervalo de tiempo.

$$LF = \frac{\text{Energía lateral hasta 80 ms (excluyendo el sonido directo)}}{\text{Energía total hasta 80 ms}}$$

Habitualmente se utiliza el valor medio de los LF correspondientes a las bandas de frecuencias de octava comprendidas entre 125 Hz y 1 kHz. Se representa como LF_{E4} .

$$LF_{E4} = \frac{LF(125\text{ Hz}) + LF(250\text{ Hz}) + LF(500\text{ Hz}) + LF(1\text{ KHz})}{4}$$

El valor LF_{E4} debe ser mayor a 0,19. Cuanto más elevado sea el valor de LF_{E4} , mayor será el grado de espacialidad del sonido.

1.2.4. Diseño acústico de salas

El diseño de salas destinadas a la interpretación musical es, sin lugar a dudas, el más complejo desde el punto de vista acústico. No existen fórmulas magistrales cuya utilización permita garantizar, a priori, la calidad acústica de un recinto. Además, en su sentido estricto, cada tipo de música requiere un recinto con unas características acústicas específicas, y diferenciadas.

La dificultad se ve acrecentada por la falta de un lenguaje común y universal entre los diferentes colectivos involucrados: músicos, críticos musicales y consultores acústicos.

El margen de valores recomendados para cada parámetro no se ha establecido como fruto de profundos estudios matemáticos, sino que se ha fijado siguiendo un proceso totalmente empírico, analizando un numeroso conjunto de salas de conciertos de todo el mundo y en determinar los valores de sus parámetros acústicos más representativos.



1.2.5. Leo Beranek: Concert and opera halls: how they Sound

Publicado en 1996 por la Sociedad Americana de Acústica, este extenso libro escrito por Leo Beranek, presenta el análisis de los 76 auditorios más representativos de todo el mundo. Además de hacer un análisis de todos ellos, reúne opiniones de músicos, acústicos y oyentes.

El tema central del libro trata sobre los 66 auditorios, y 10 salas de ópera que se complementan con fotos, planos, descripciones de los materiales... También se habla en el libro de cómo los tamaños y formas, los balcones, butacas y demás elementos tienen influencia en la acústica general de la sala.

Aparte del análisis que realiza, incluye una extensa base de datos con diferentes parámetros medidos en dichas salas, que nosotros utilizaremos para comparar con las salas simuladas.

2. Guía previa al modelado en Google

Sketch Up

-Coordenadas:

Colocar las coordenadas de manera que el eje X se sitúe hacia la audiencia, el eje Y se sitúe hacia la izquierda del escenario, y el eje Z se sitúe hacia la parte superior del escenario.

-Tamaños de superficies:

Un mayor detalle del auditorio, no significa una mejor modelación, y además aumenta el cálculo en ODEON. Se recomienda no usar superficies de tamaño menor que la longitud de onda de frecuencia media (1kHz), que son 0.34 metros. Se utilizarán entre 100 y 2000 superficies diferentes.

-Superficies curvas:

Todas las superficies deben ser planas. Por tanto, las superficies curvas se realizarán mediante aproximaciones de secciones planas. Dependiendo del tipo de curva que tengamos, se realizará de diferente manera.

Para curvas convexas, que dispersen el sonido, será suficiente con colocar un plano a 45°, que actúe como reflector.

Para realizar curvas convexas, el material utilizado se deberá establecer como “fractional” en la lista de materiales ODEON. Las subdivisiones de los planos, deberían realizarse de entre 10° y 30°.

Una habitación cilíndrica por ejemplo o debería tener entre 12 y 36 planos diferentes, mientras que una columna que disperse la energía, no debería tener más de 8 superficies.

- Qué modelar:

A la hora de modelar la parte de la audiencia, no se modelará tal y como es en la realidad, sino que tenemos dos maneras de realizarlo:

La primera de ellas sería primero definiendo el área de audiencia. A esta área, se le aplica un apropiado valor de absorción, y un alto porcentaje de dispersión de 0,7 a dicho área. Colocar a los receptores a 1,2 metros sobre dicho área.

La segunda manera de recrear la parte de audiencia, sería mediante cajas de 0,8 metros de altura. Asignar a dichas cajas un apropiado material absorbente, y un valor de 0,7 de dispersión. Colocaríamos a los receptores a 0,4 metros sobre las cajas.

Guía de modelado de una sala

Herramientas del Google Sketch Up:



- **Select:** Como es de suponer, esta herramienta selecciona aquello que pulsemos. Ya sea una línea, una cara, o arrastrando y creando un rectángulo, todo aquello que se encuentre dentro del mismo.
- **Line:** Podríamos decir que se trata de la herramienta más esencial y básica del programa. Seleccionando un punto, y soltando el ratón en otro punto, creará una línea entre dichos puntos. Cuando cerremos un área dentro del mismo plano, creará una superficie.
- **Rectangle:** Herramienta para crear rectángulos, desde el punto donde seleccionemos, hasta el punto donde le indiquemos.
- **Circle:** Igual que la herramienta de “rectangle”, pero para crear círculos.
- **Arc:** Mediante esta herramienta, podemos crear los arcos de teatros clásicos, o zonas que no sean rectilíneas. Para ello, debemos elegir los puntos donde comienza y termina el arco, y luego elegir la profundidad del mismo.
- **Make component:** Esta herramienta no la utilizaremos para crear nuestros modelados.
- **Eraser:** Típica herramienta de borrado. Haciendo clic sobre la línea que queramos borrar, esta desaparecerá (y con ella, cualquier superficie que formara parte de la línea). También podemos usar la tecla “sup” del teclado para esta función una vez seleccionado el objeto a borrar.
- **Tap measure:** Esta herramienta sirve para medir entre diferentes puntos de nuestro trabajo, y para escalar los objetos.
- **Paint Bucket:** Herramienta para asignar colores o texturas a objetos, pero que nosotros no utilizaremos, ya que nuestro objetivo no es realizar auditorios vistosos, sino sencillos y lo más fieles a la realidad, pero sin necesidad de reparar en detalles gráficos.
- **Push/Pull:** Mediante esta herramienta podremos alargar o acortar superficies de manera que podamos pasar de tener un objeto plano, a un objeto con volumen.
- **Move/Copy:** Con esta herramienta podemos mover los objetos seleccionados al lugar donde queramos.
- **Rotate:** Para rotar los objetos en cualquier dirección que queramos.
- **Offset:** Mediante esta herramienta podemos agrandar o empequeñecer superficies manteniendo su estructura original y sin modificarla.
- **Orbit:** Para poder tener una visión desde cualquier ángulo de nuestro trabajo. Apenas utilizaremos esta herramienta seleccionándola directamente, ya que si apretamos el botón central del ratón (la rueda) obtendremos el mismo efecto.
- **Pan:** Para poder movernos, pero sin cambiar de perspectiva. Es decir solo para cambiar la vista hacia arriba, abajo, derecha o izquierda.
- **Zoom:** Como su nombre indica, para acercarnos o alejarnos de los objetos. Al igual que la herramienta orbit, también podemos utilizar el zoom moviendo la rueda central del ratón.

- Zoom extents: Para cuadrar todos los objetos en la pantalla. Útil cuando nos hemos dejado “olvidado” algún objeto o línea que no necesitamos en nuestro trabajo.
- Botón de exportación para ODEON: Utilizaremos este botón una vez guardado y terminado el trabajo, para poder seguir trabajando con el ODEON.
- Layers: El uso de capas es importante, sobre todo para separar lo que es nuestro trabajo de planos y demás cosas que nos puedan molestar posteriormente, y para dividir las partes de nuestra sala y así poder asignar más fácilmente materiales en el ODEON.

Paso 0: Acceso a la página mirem.es y descarga del fichero .dxf

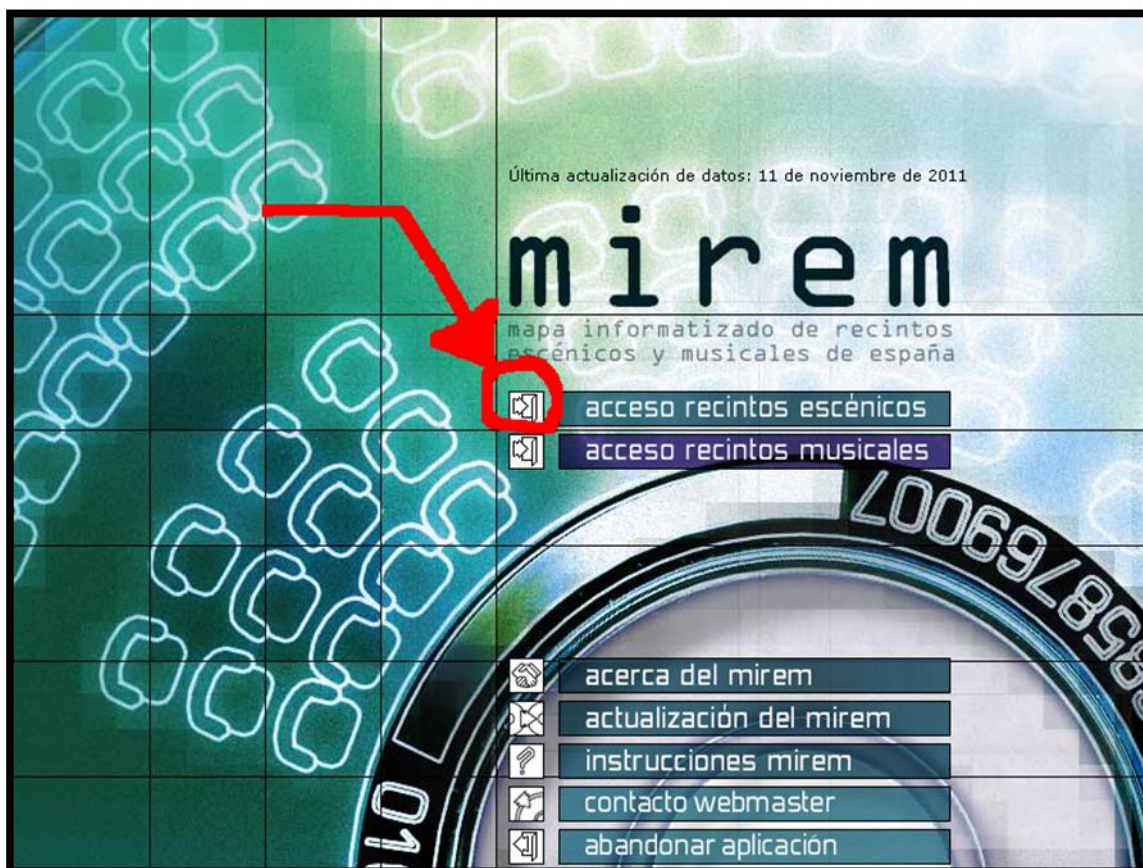
Actualmente, existe una base de datos de recintos escénicos y musicales de España, del cual nos serviremos para obtener los planos e imágenes que usaremos para la elaboración de nuestras salas.

Para ello, debemos seguir unos sencillos pasos. El primero de ellos, es acceder a la




página web mirem.es. Una vez dentro, pulsaremos sobre el icono de “acceso a mirem”.

Nos aparecerá una nueva ventana, donde tendremos acceso a diferentes partes de la página web. La que nos interesa es la referente a recintos escénicos.

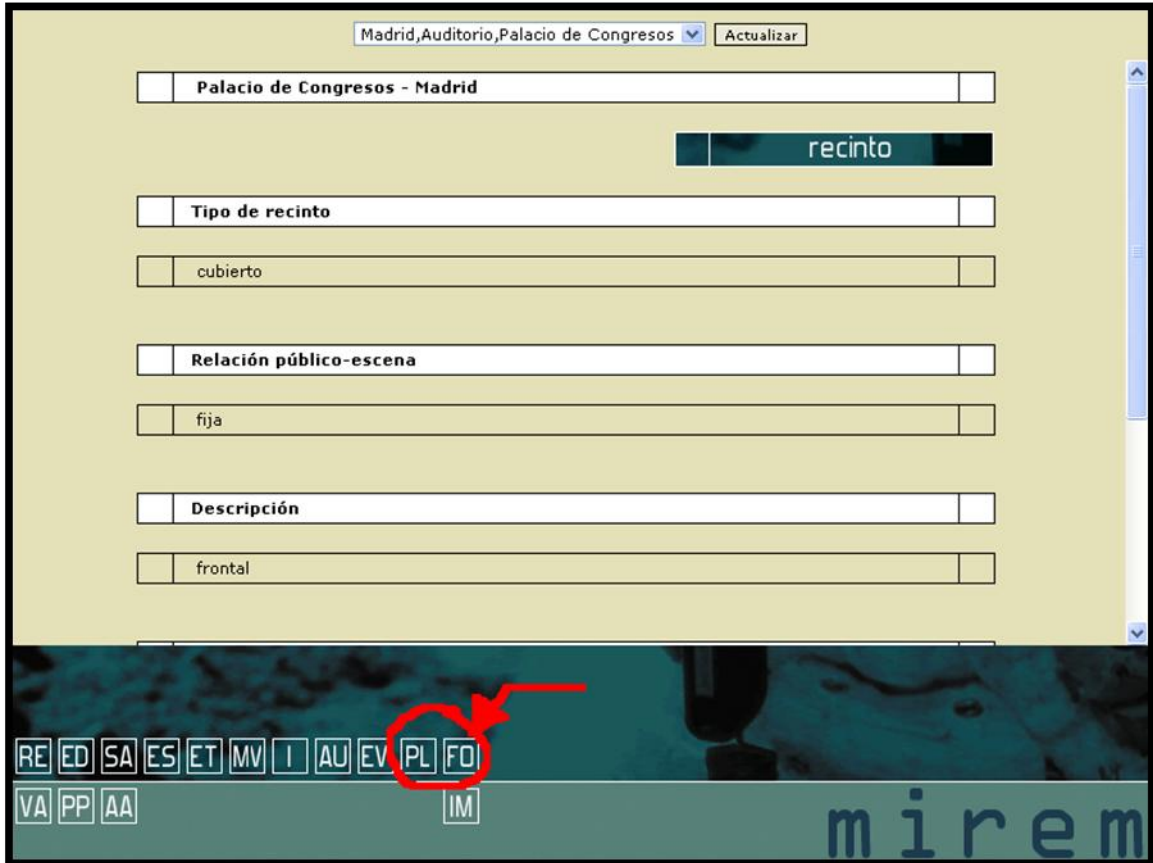


Una vez que hemos accedido a la base de datos referente a los recintos escénicos, nos aparecerán todos los recintos disponibles. Una vez dentro, podemos acceder a la sala que queramos introduciendo su nombre, o en el caso de querer hacer una búsqueda mas general de recintos podremos poner diferentes filtros: por comunidades, número mínimo de aforo, tipo de recinto, etc.

		Recintos Encontrados: 1077
Nombre del recinto <input type="text"/>		<input checked="" type="checkbox"/> A Estrada: Teatro Principal
Ciudad dónde se encuentra ubicado <input type="text"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Abarán: Teatro Cervantes
Tipos de recintos <input checked="" type="checkbox"/> Teatros		<input checked="" type="checkbox"/> Ablitas: Salón de Actos - Centro Cultural Pedro Arellano Sada
<input checked="" type="checkbox"/> Recintos al aire libre		<input checked="" type="checkbox"/> Adeje: Auditorio - Centro Cultural Villa de Adeje
<input checked="" type="checkbox"/> Salas de conciertos		<input checked="" type="checkbox"/> Adra: Teatro del Centro Cultural - Centro Cultural
<input checked="" type="checkbox"/> Recintos cubiertos		<input checked="" type="checkbox"/> Agüimes: Teatro - Casa de la Cultura del Cruce de Arinaga
<input checked="" type="checkbox"/> Salas no convencionales		<input checked="" type="checkbox"/> Agüimes: Teatro Municipal - Casa de Cultura
Tipos de propiedad		<input checked="" type="checkbox"/> Ajalvir: Salón Cultural de la Villa
<input checked="" type="checkbox"/> Pública		<input checked="" type="checkbox"/> Ajalvir: Salón de Actos - Casa de la Cultura
<input checked="" type="checkbox"/> Privada		<input checked="" type="checkbox"/> Alagón: Sala Alaún
Aforo mayor que: <input type="text"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Alaor: Es Cine - Centro Cultural
Dimensiones mínimas del escenario (en centímetros)		<input checked="" type="checkbox"/> Alaquás: Salón de actos - Unión Alacuasense Musical
<input type="text"/> Ancho de boca	<input type="text"/> Fondo desde boca	<input checked="" type="checkbox"/> Albacete: Salón de Actos - Centro Cultural La Asunción
<input type="text"/> Hombro derecho	<input type="text"/> Altura de boca	<input checked="" type="checkbox"/> Albacete: Teatro de la Paz
<input type="text"/> Hombro izquierdo	<input type="text"/> Altura de escenario a peine	<input checked="" type="checkbox"/> Albacete: Teatro Circo
<input type="button" value="VA"/> <input type="button" value="AA"/>		<input checked="" type="checkbox"/> Albacete: Auditorio Municipal
		<input checked="" type="checkbox"/> Albacete: Paraninfo Universitario - Pabellón de Gobierno de la Universidad
		<input checked="" type="checkbox"/> Albolote: Auditorio - Centro Cultural
		<input checked="" type="checkbox"/> Alboraya: Teatre L'Agrícola - Ateneo Alborayense
		<input checked="" type="checkbox"/> Alcácer: Societat Musical Santa Cecilia
		<input checked="" type="checkbox"/> Alcácer: Centro Cultural Multiusos
		<input checked="" type="checkbox"/> Alcalá de Guadaira: Teatro Salón Gutiérrez de Alba
		<input checked="" type="checkbox"/> Alcalá de Henares: Teatro Salón Cervantes
		<input checked="" type="checkbox"/> Alcalá de Henares: Corral de Comedias
<input type="button" value="IM"/> <input type="button" value="AL"/> <input type="button" value="VD"/>		

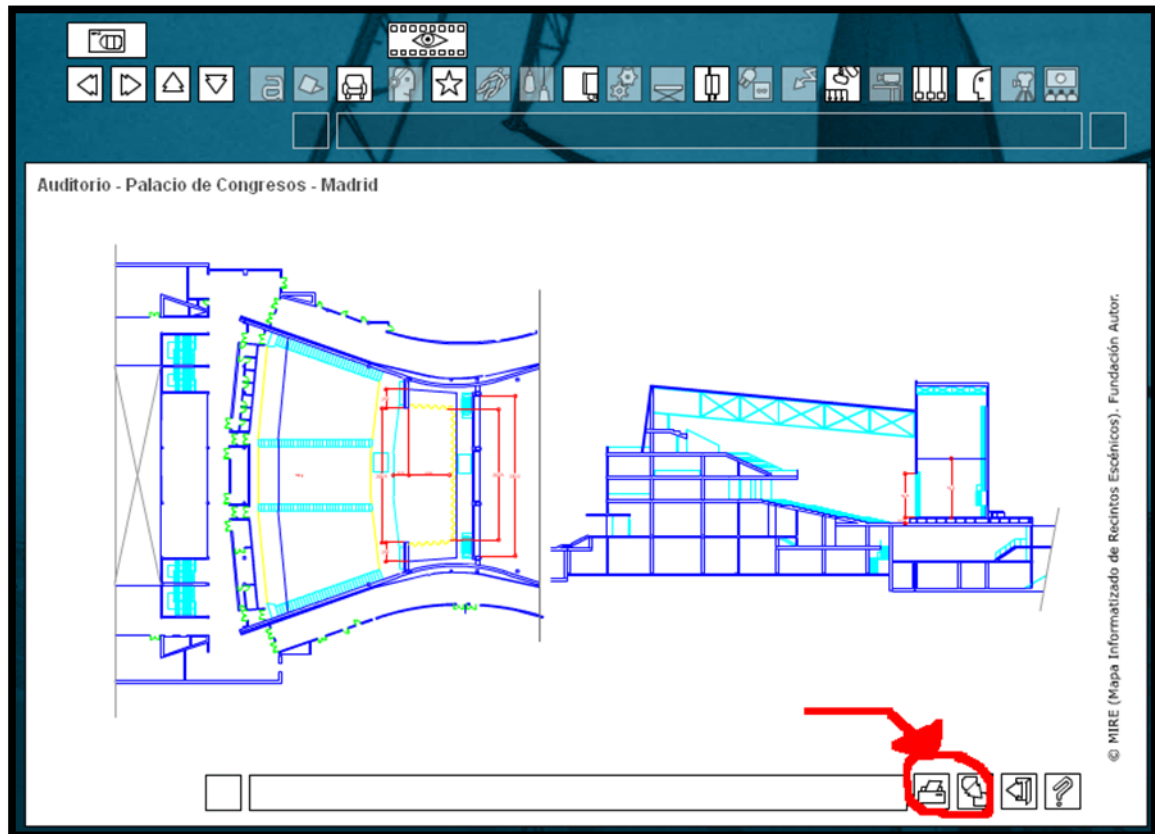
En nuestro caso, y para esta guía, hemos escogido el Palacio de Congresos de Madrid, al que accedemos pulsando sobre su nombre.

De esta manera, ya estamos dentro de ventana con la información sobre nuestra sala. En esta ventana, en la parte inferior tenemos diferente información sobre la sala, el recinto, espacios de trabajo, maquinaria disponible, etc. A nosotros nos interesan los dos últimos botones, PL y FO donde se encuentran los planos y las fotografías del recinto.



Como es de suponer, en una encontraremos los planos de la sala, y en las otras varias fotografías que nos ayudaran a la hora de modelar la sala.

Pulsando sobre el botón de planos, se nos abrirá una nueva ventana, donde tendremos los planos correspondientes. Para poder usarlos en Google Sketch Up, tendremos que descargar el archivo .dxf. Para ello, pulsaremos sobre el segundo de los botones inferiores, y elegiremos el directorio en el cual queremos que se descargue.

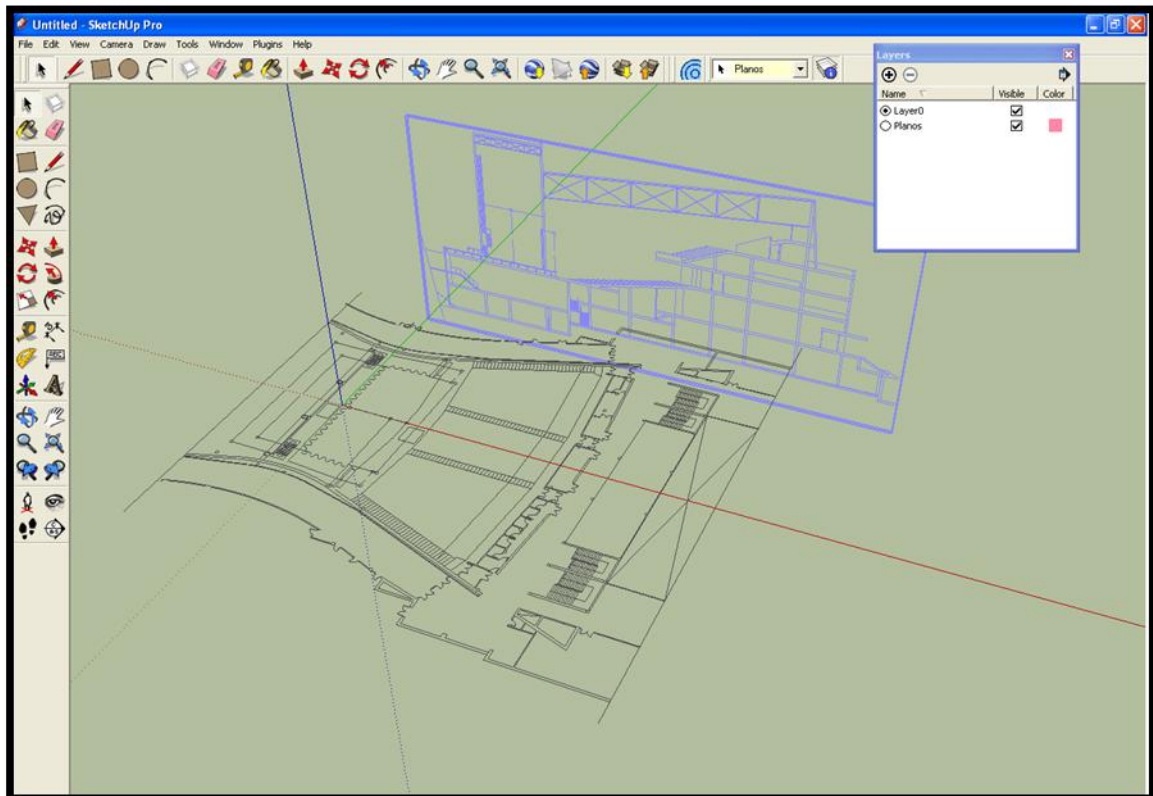


Puede ser útil descargar los planos en formato PDF, ya que en ellos podremos apreciar en color y con más detalle los planos. Para ello, pulsaremos sobre el primero de los botones inferiores, y al igual que con el archivo .dxf elegiremos el directorio apropiado.

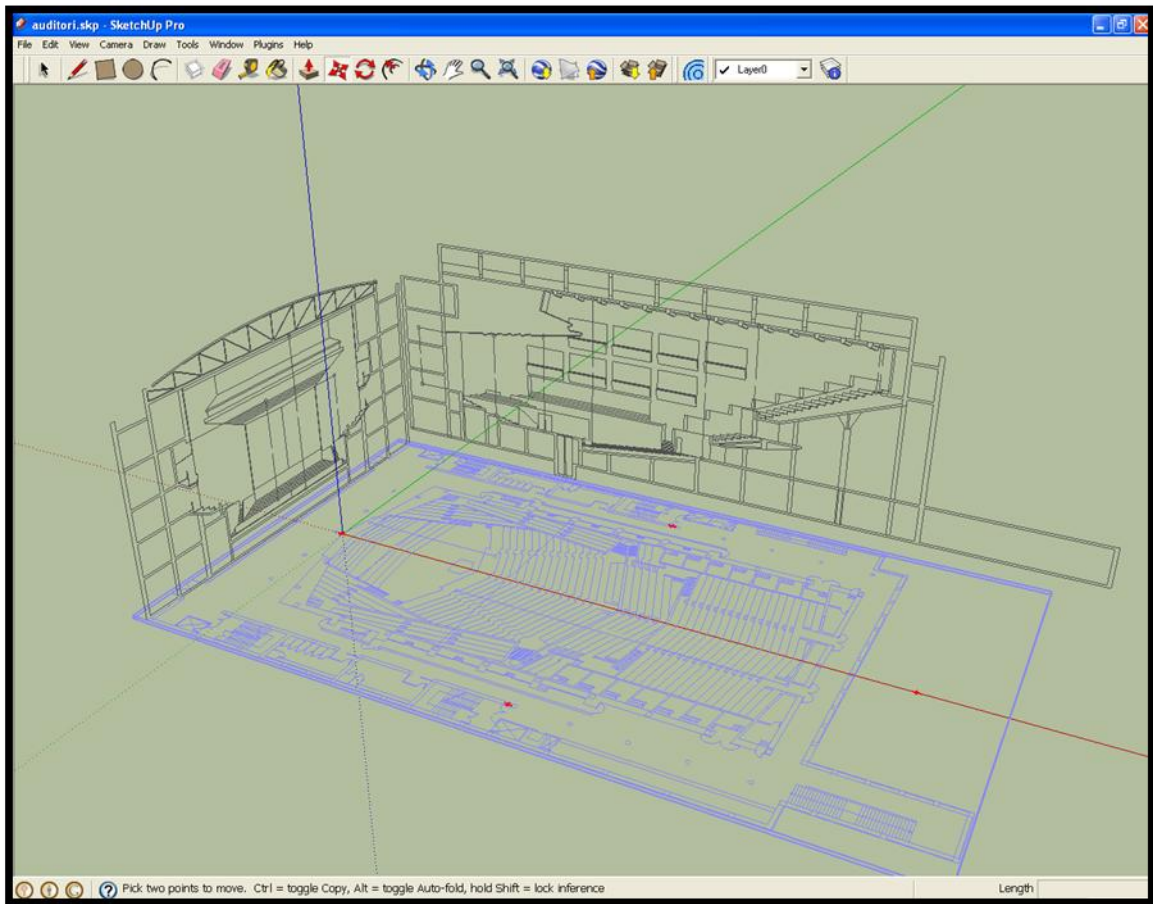
Paso 1: Importación de los planos y colocación

Una vez descargado el fichero .dxf lo importamos al Google Sketch Up (SU). Para ellos, abriremos el Google Sketch Up, e iremos a: File/Import donde seleccionaremos nuestros planos en fichero .dxf. Al importar los planos, todas las diferentes partes (generalmente 3 partes, alzado, frontal y lateral) nos aparecen en 2D sobre los eje X e Y.

Seleccionaremos por separado cada parte, y los agruparemos (clic derecho, “Make Group”), para después crear una nueva capa y agruparlos. De esta manera, nos resultara mas cómodo moverlos, y una vez finalizado el modelado, eliminarlos. Colocaremos cada parte en su correspondiente eje, como podemos ver en la siguiente imagen:



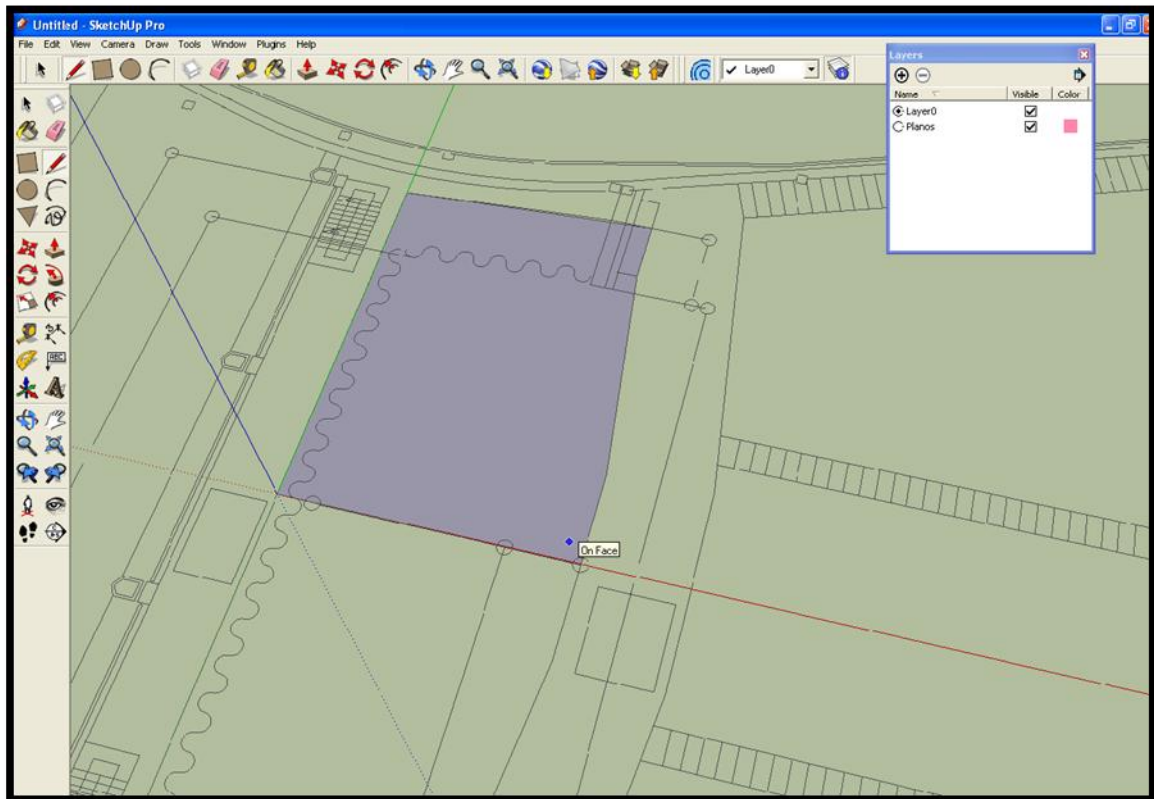
En nuestro caso, solo disponemos de 2 planos para realizar el modelado, de manera que los colocamos de este modo. Es importante colocar los planos correctamente. Para ello, lo mas sencillo es alinear el eje, con en escenario, de manera que tenemos un punto de referencia. Aquí tenemos otro ejemplo, de cómo sería con los 3 planos:



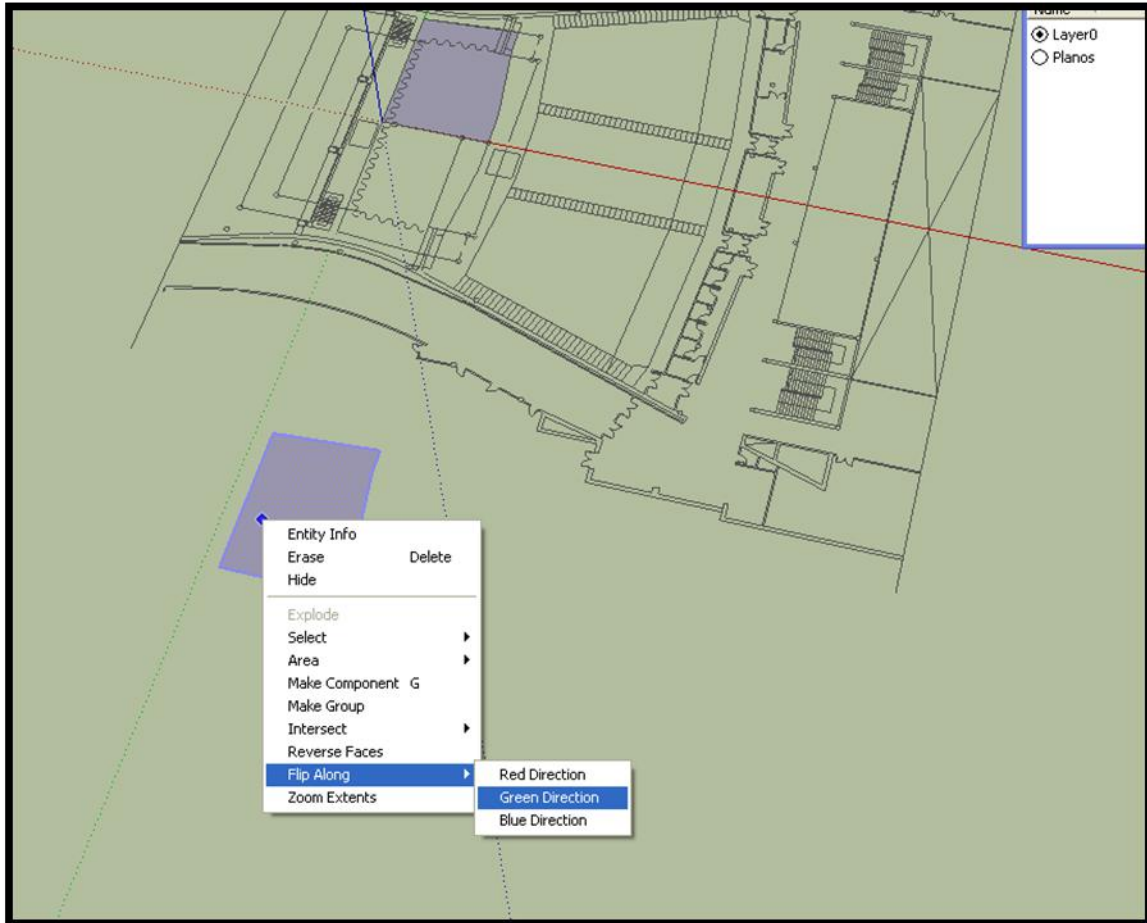
Paso 2: Comenzando a modelar nuestra sala

Una vez que tenemos los planos colocados, es hora de comenzar con el modelado. Es recomendable seguir siempre unas pautas o un orden a la hora de realizar el modelado, ya que aunque no tengamos 2 auditorios iguales, todos tienen cosas en común, y nos será más sencillo realizando las cosas en un orden.

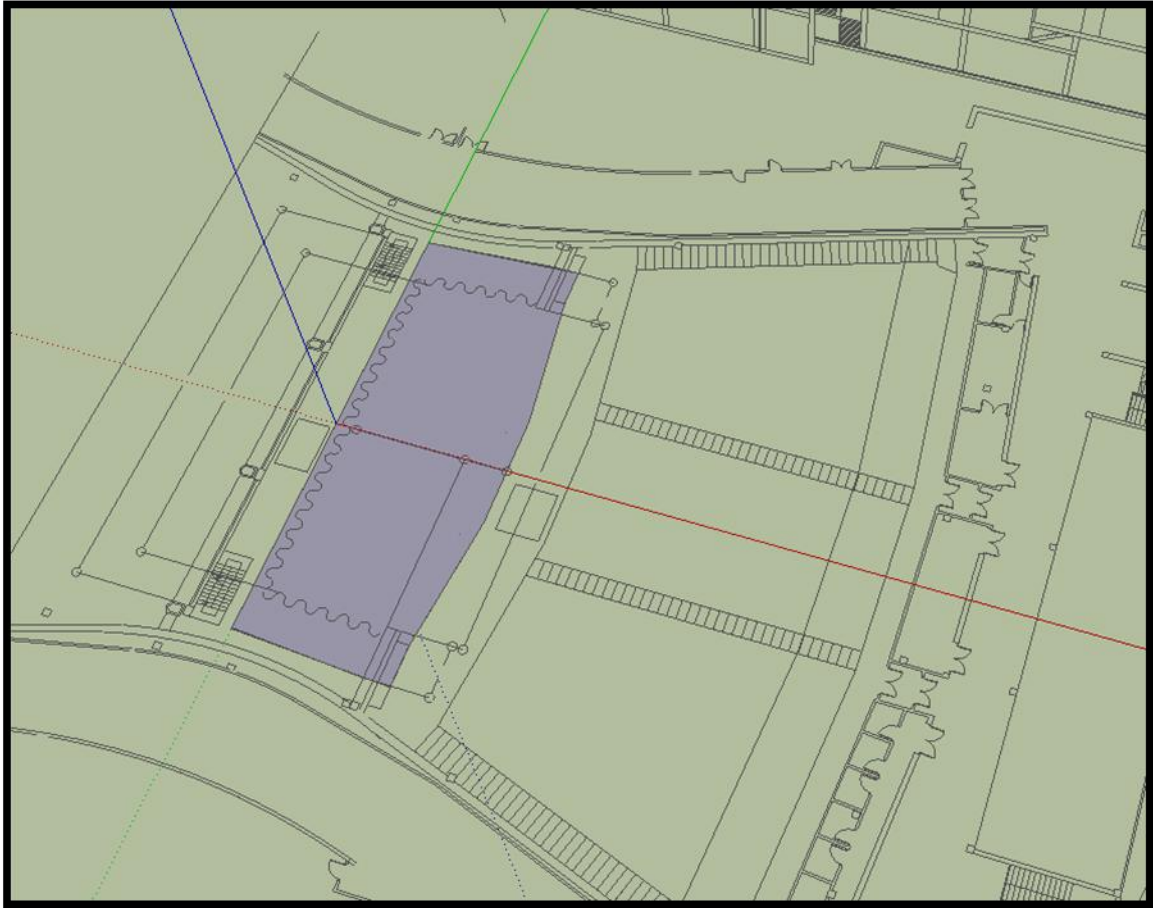
Nosotros comenzaremos por el escenario, ya que suele venir bien indicado en los planos, y son sencillos de recrear. Para ello, con la herramienta de línea, uniremos cada esquina del plano, hasta que tengamos la mitad del escenario terminado, como podemos ver en la imagen:



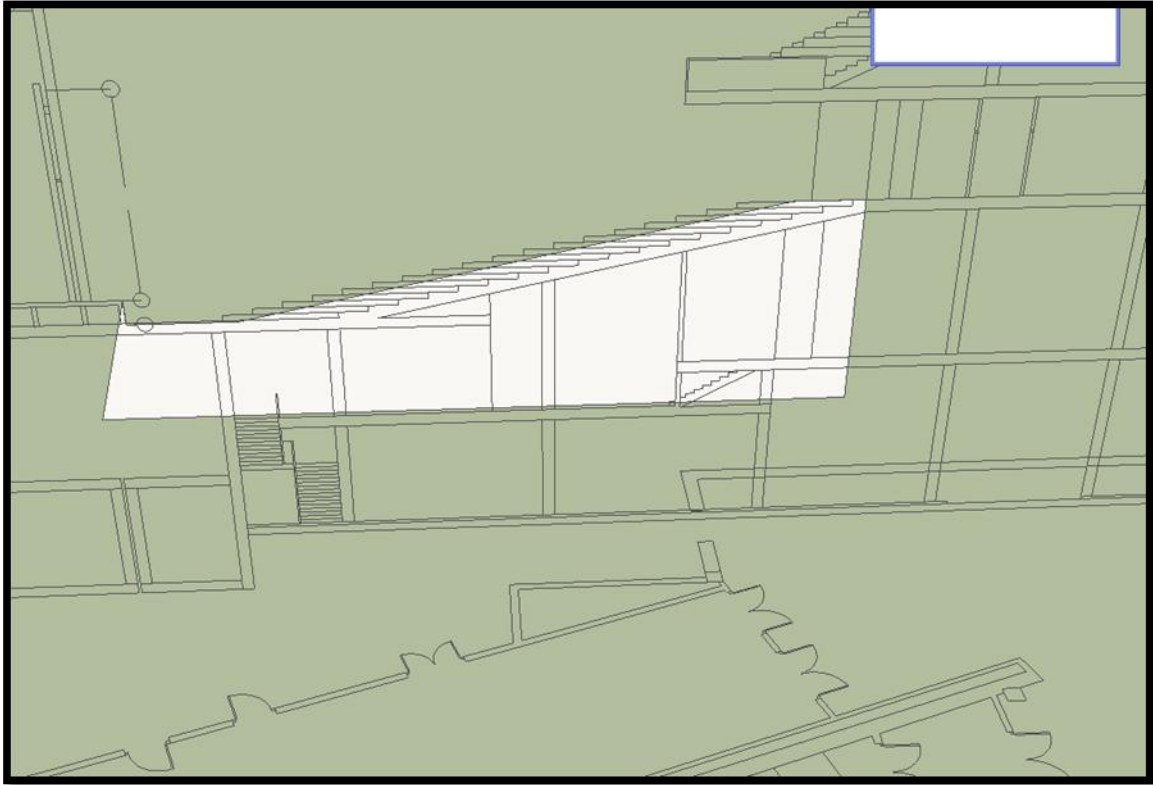
A continuación haremos una copia de este medio escenario, y lo orientaremos de manera que podamos dar por terminado el escenario. Para ello, llevaremos la copia fuera de la zona de trabajo, y haciendo clic derecho con el ratón sobre la figura, iremos a “Flip Along” y seleccionaremos “Green Direction”.



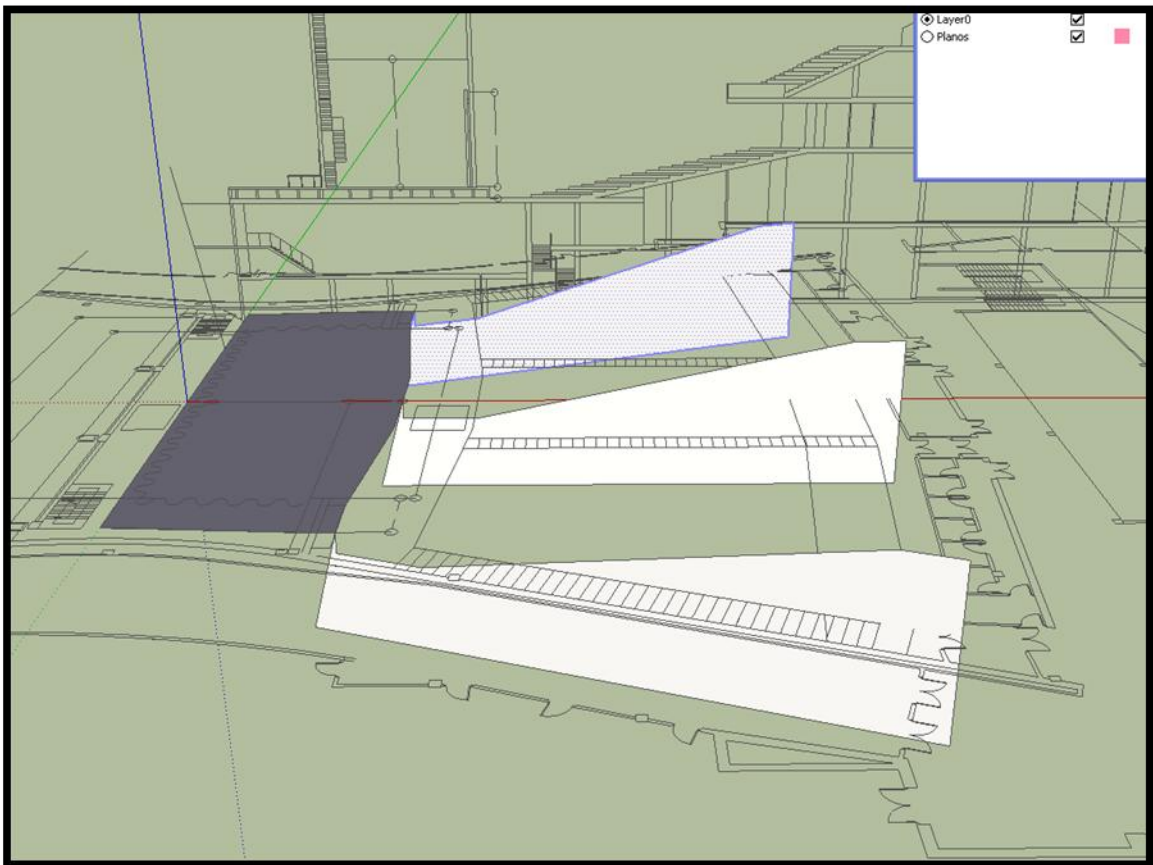
De esta manera, la habremos hecho rotar de manera que podamos unirla con la parte original, y tendremos concluido el escenario. Aunque parezca un trabajo inútil, y sea más rápido y sencillo hacer el escenario desde un principio, es fácil equivocarse de esquinas, o que el escenario no sea 100% simétrico, lo que hará que nuestro trabajo a la hora de seguir con el modelado de la sala se complique, por lo que utilizaremos este método por seguridad.



Terminada la base del escenario, vamos con el siguiente paso en la modelización de este auditorio. Para ello, nos apoyaremos sobre el plano de sección. Dibujaremos la silueta de una primera parte de la audiencia. De manera que podamos luego copiar dicha silueta y pegarla en la parte del escenario ya creada.

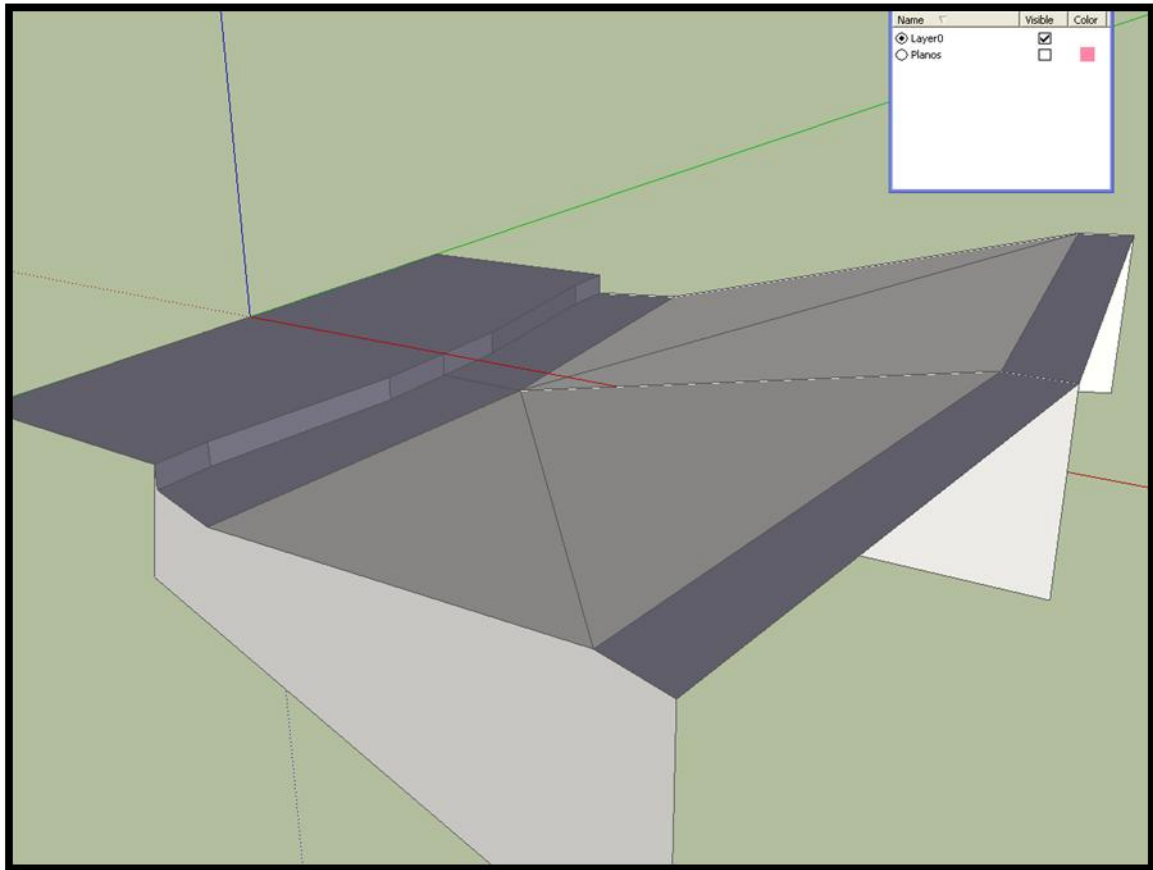


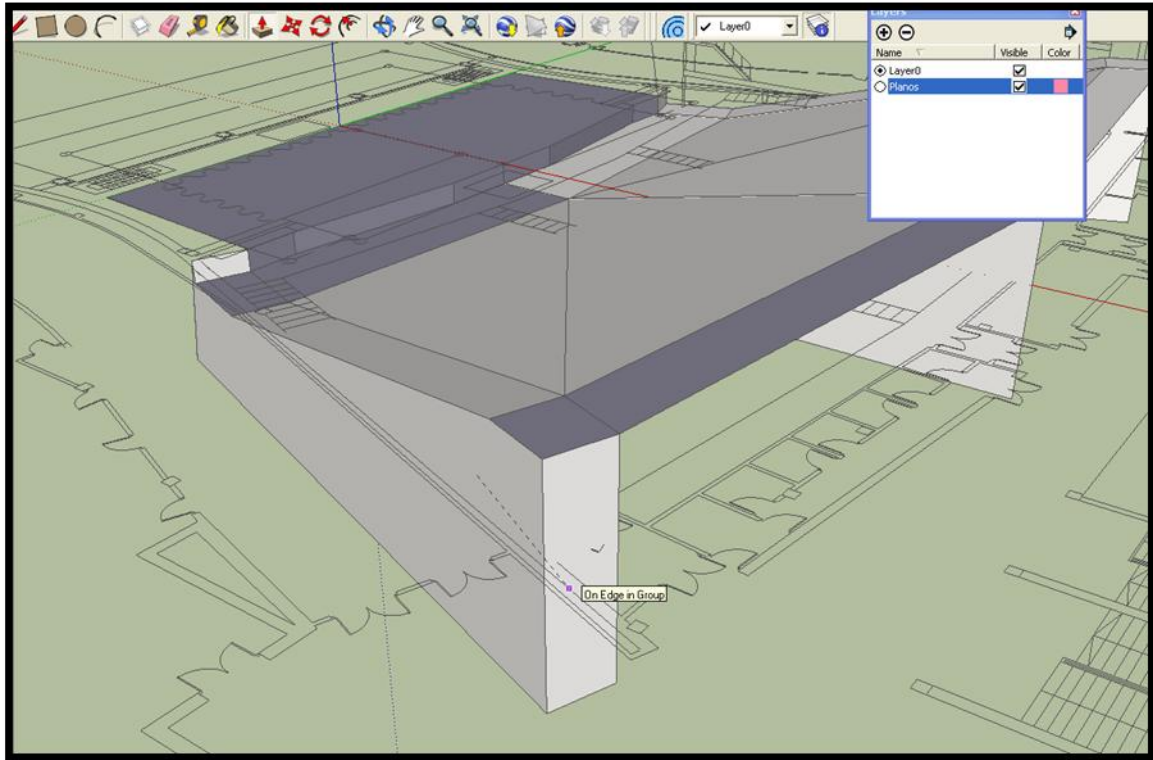
Como podemos ver, la parte que hemos de mantener fiel al diseño, es la parte superior, ya que la inferior la borraremos, y no importa la forma que tenga.



Copiamos y pegamos dicha sección las veces que nos sea necesario, en este caso en 3 zonas, ya que la audiencia está separada en 2. Para colocar las secciones exteriores, hemos de tener en cuenta que la sala se abre cada vez más, por lo que usaremos la herramienta de “rotate” para colocarlas correctamente.

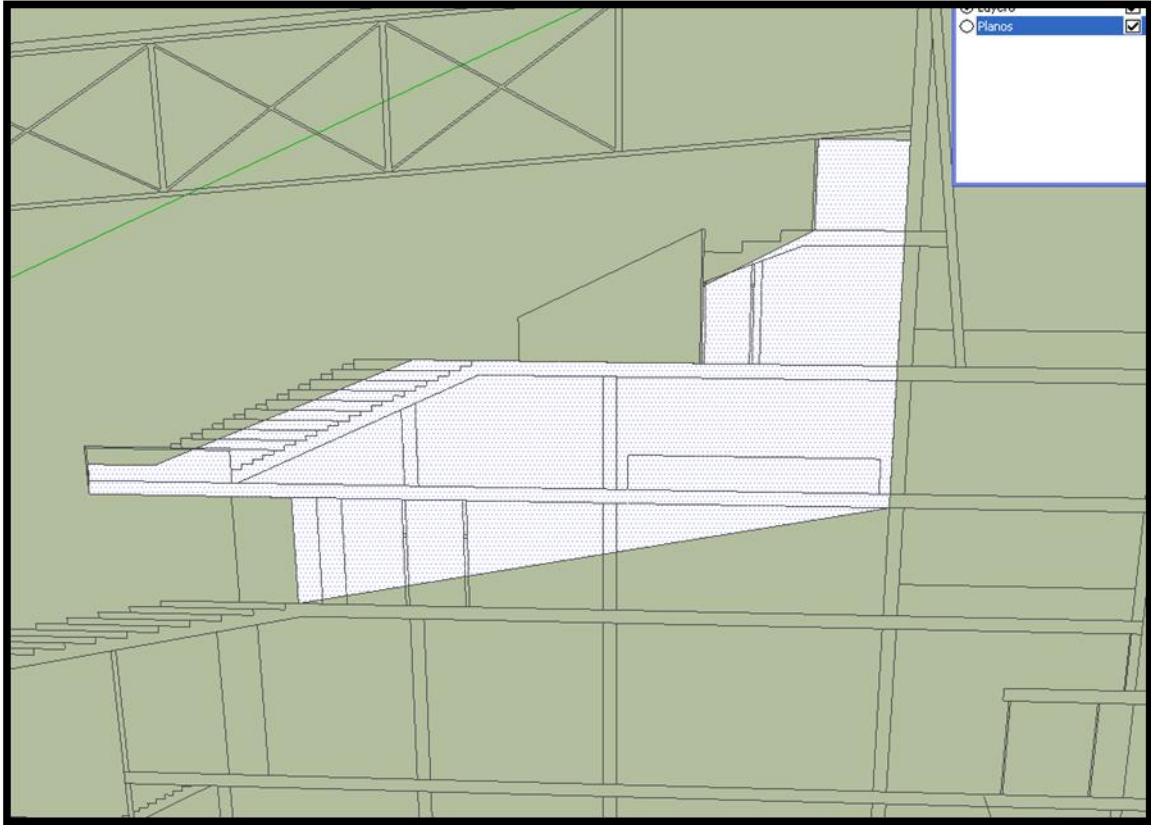
Una vez colocadas nuestras 3 bases, unimos cada esquina de manera que terminamos formando superficies cerradas. Cuando esto no pase, significa que las 4 (o más cuando las haya) líneas que forman nuestro rectángulo no están en el mismo plano, de manera que nos ayudaremos de una línea que cruce de una esquina a otra, para así formar 2 triángulos. De este modo, hemos conseguido la superficie que queríamos.



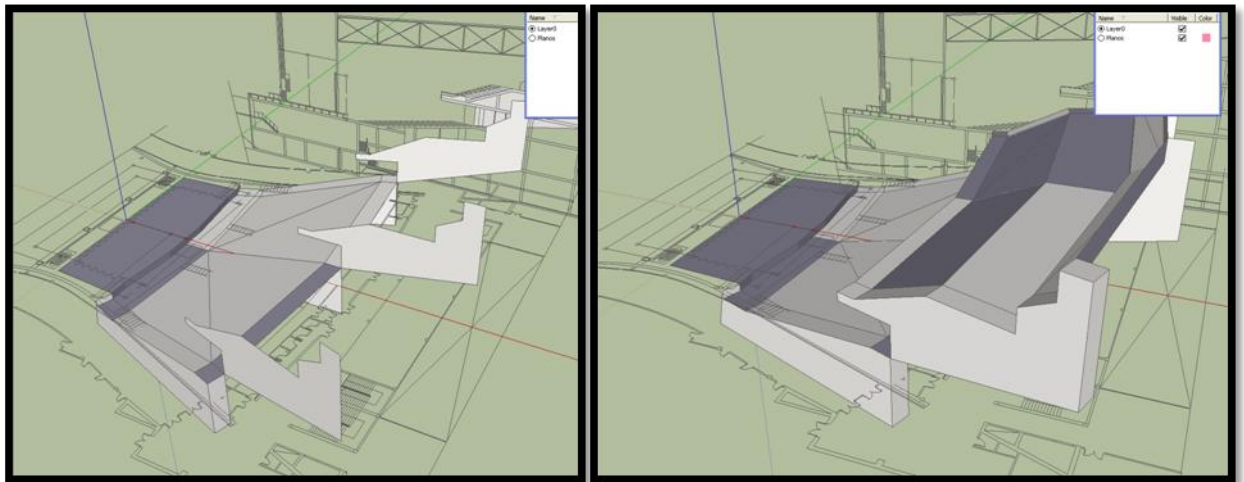


Con la herramienta de “Push/Pull” alargaremos las partes exteriores, hasta hacerlas coincidir con la pared exterior. Con esto, podemos decir que la primera parte de la audiencia se encuentra terminada. Para hacer la segunda parte, realizaremos el mismo trabajo, es decir, en el plano de la sección recortaremos la forma de lo que nos queda de audiencia.

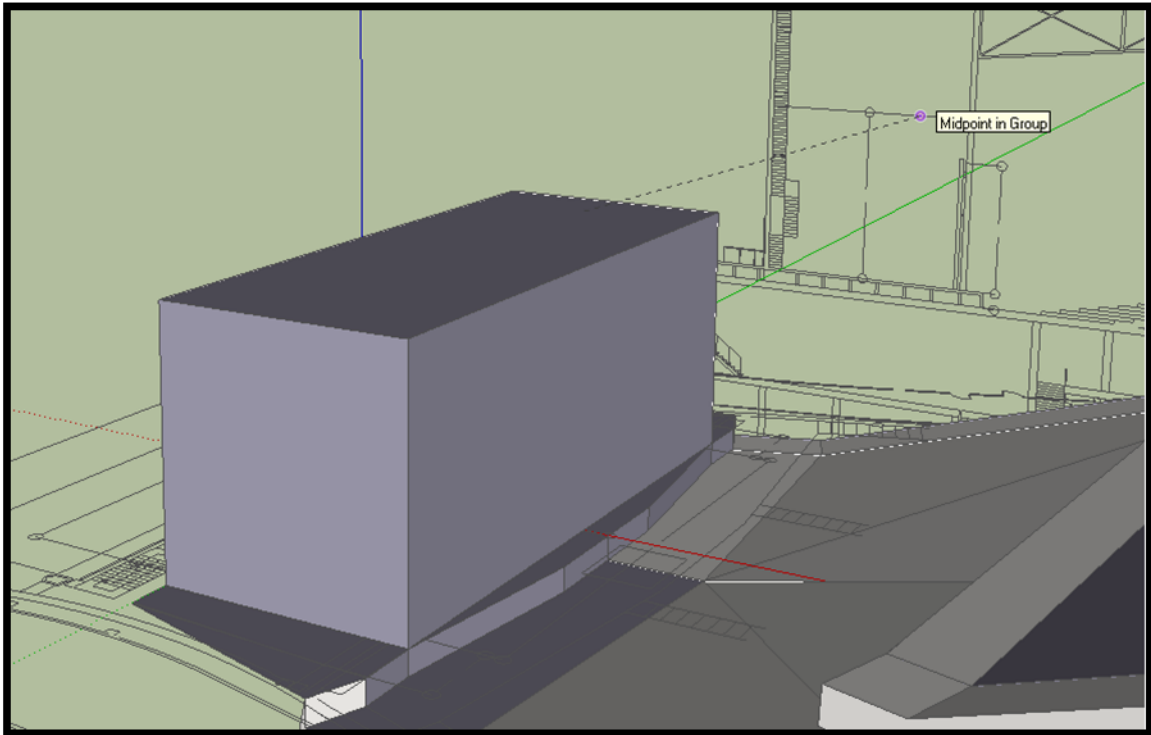
Es importante comenzar el diseño de la nueva sección en el punto donde terminamos la anterior, para poder así copiarla sobre la ya terminada. En nuestro caso, terminamos justo en la pared posterior de la audiencia, de manera que empezaremos por allí con la nueva sección.



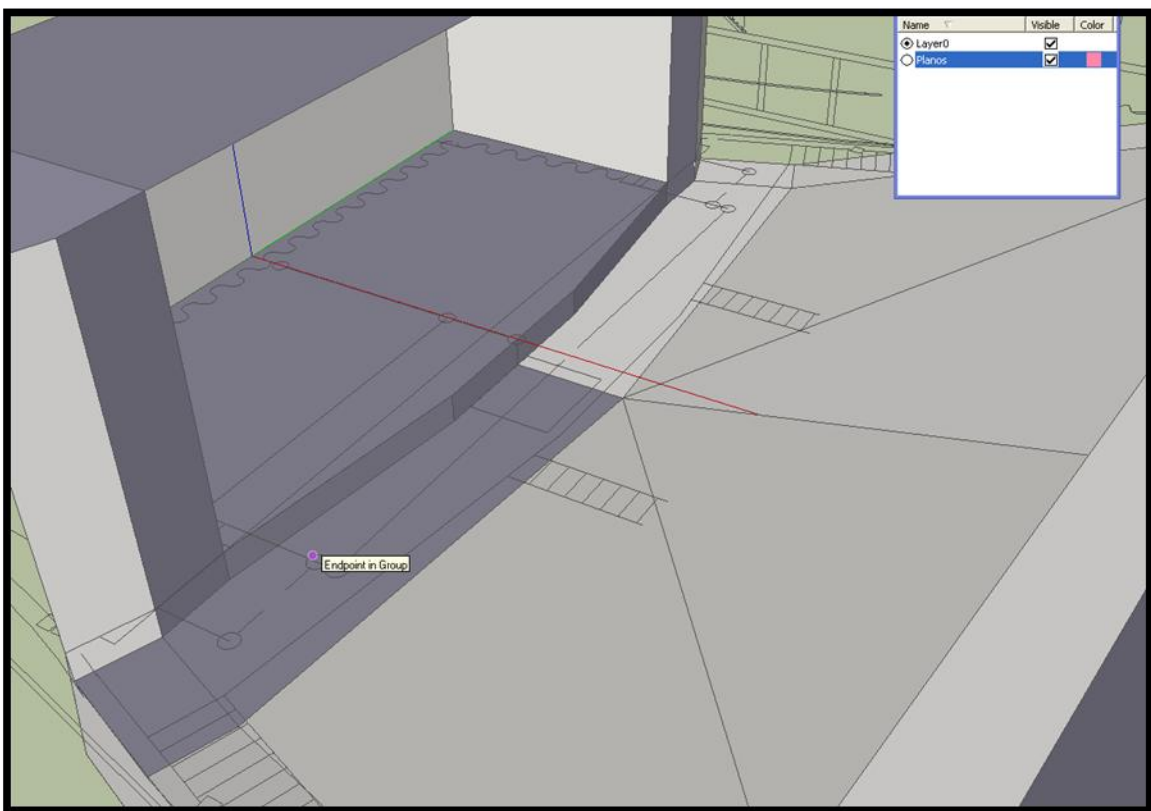
Al igual que anteriormente, copiaremos la sección y la colocaremos donde la necesitemos. Cambiaremos de orientación aquellas secciones que lo requieran, así como las alargaremos hasta llegar a las paredes laterales.



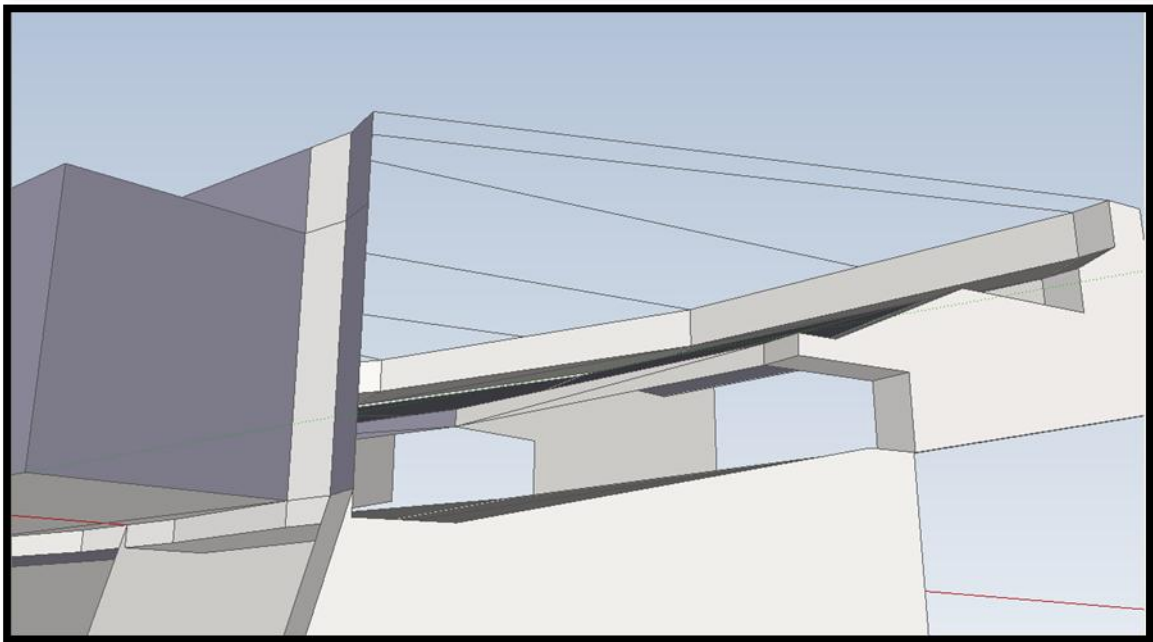
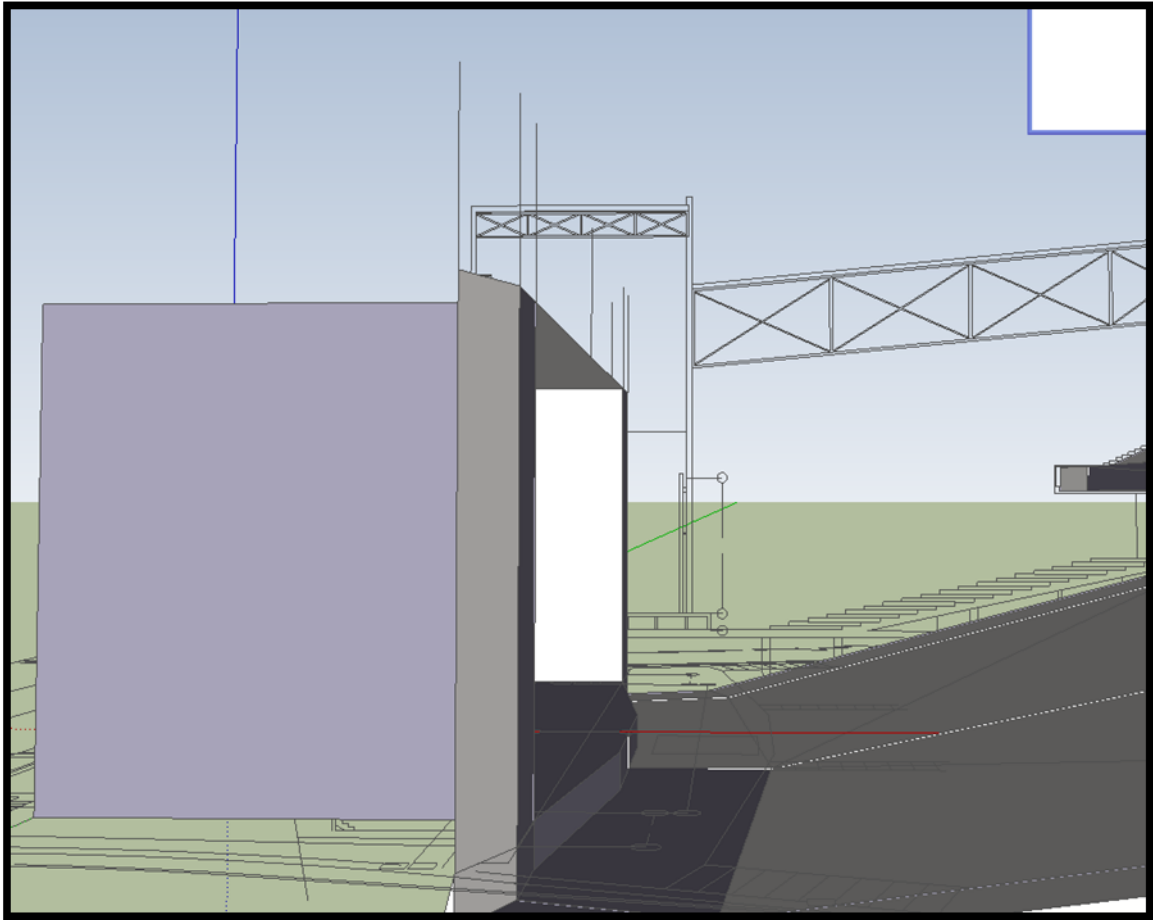
El resultado debería ser algo similar a lo que tenemos en la imagen superior. Continuaremos ahora con la parte restante del escenario. Para ello, elevaremos la parte del escenario, y eliminaremos la pared que da a la audiencia.



Ahora ya solo queda “cerrar” nuestra sala. Para ello colocaremos las paredes necesarias, como podemos ver en los lados del escenario.

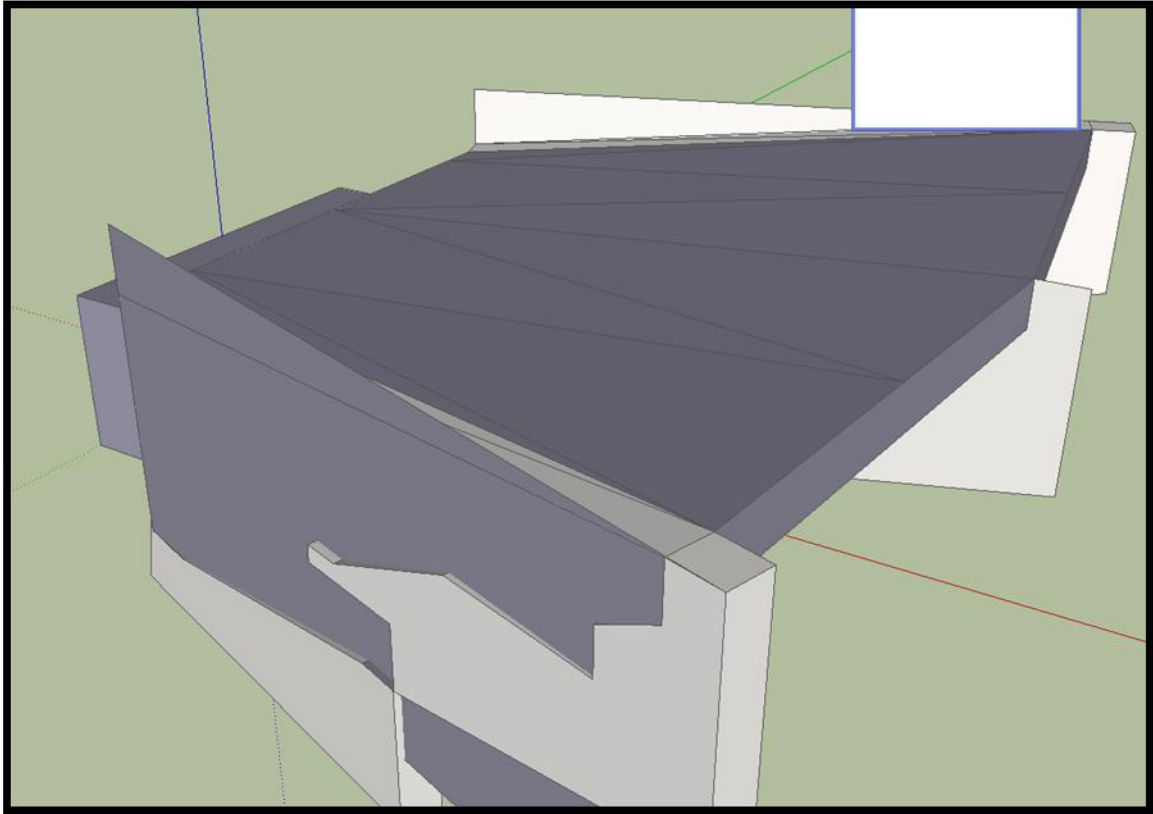


Para colocar el techo, nos hemos de fijar donde empieza. Para ello, mediremos la distancia desde el escenario hasta el techo, y pegaremos esas líneas en cada esquina que tengamos, como podemos ver en la siguiente figura.



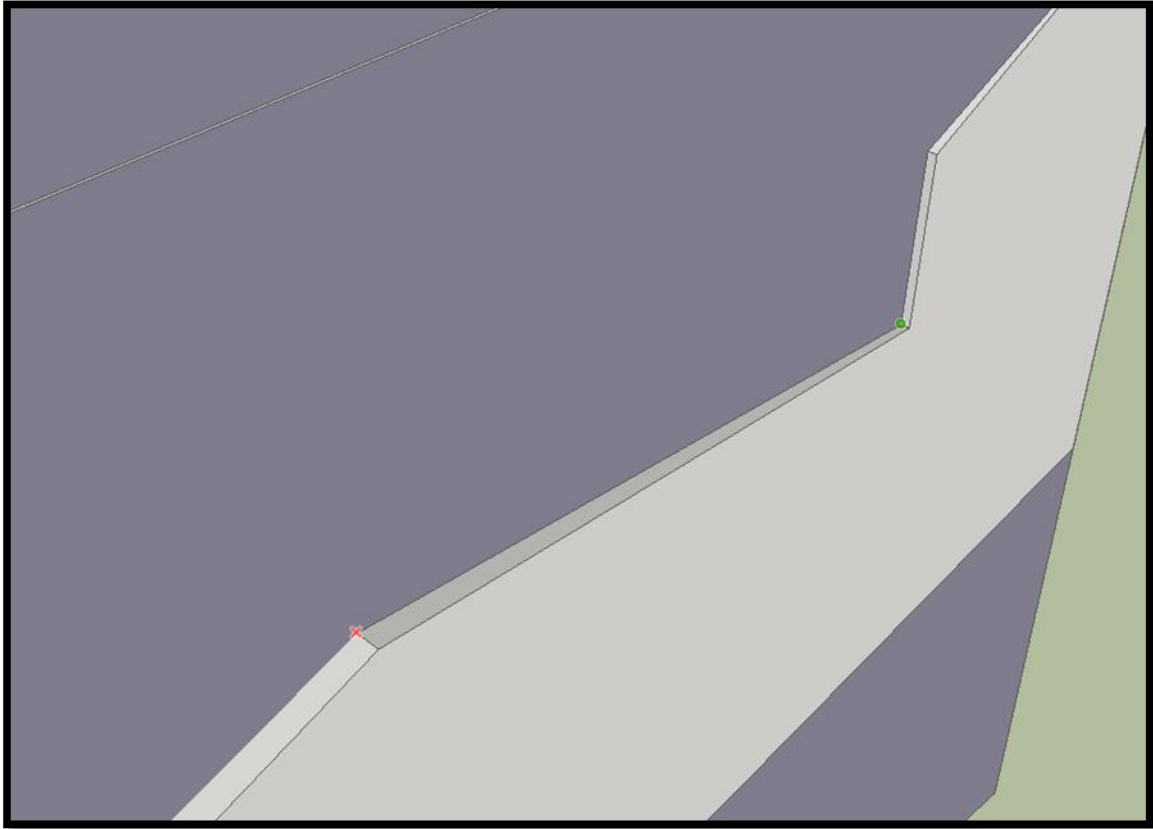
Uniremos dichas líneas, con sus correspondientes en el lado opuesto de la sala, de manera que solo tengamos que realizar la “técnica de los triángulos”.

Solo nos queda colocar las paredes laterales. Para ello, crearemos un rectángulo desde una esquina hasta la otra.



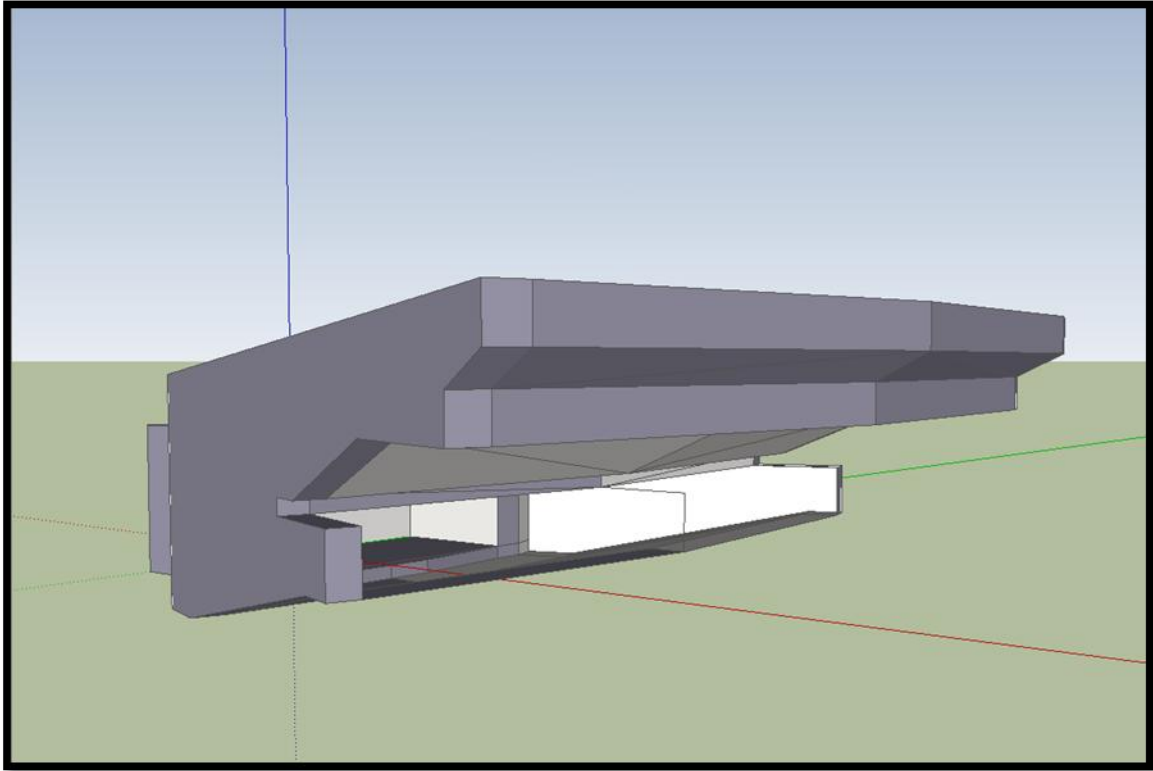
Paso 3: Eliminación y simplificación

Nuestra sala ya está terminada. Pero probablemente, tengamos esquinas que sobren, superficies múltiples, o líneas que no necesitemos. Para eliminar las esquinas que sobresalen, por ejemplo de nuestro lateral, tendremos que recorrer y dibujar dicha separación, para que a la hora de eliminar las partes sobrantes, no perdamos la superficie entera, sino la parte seleccionada.

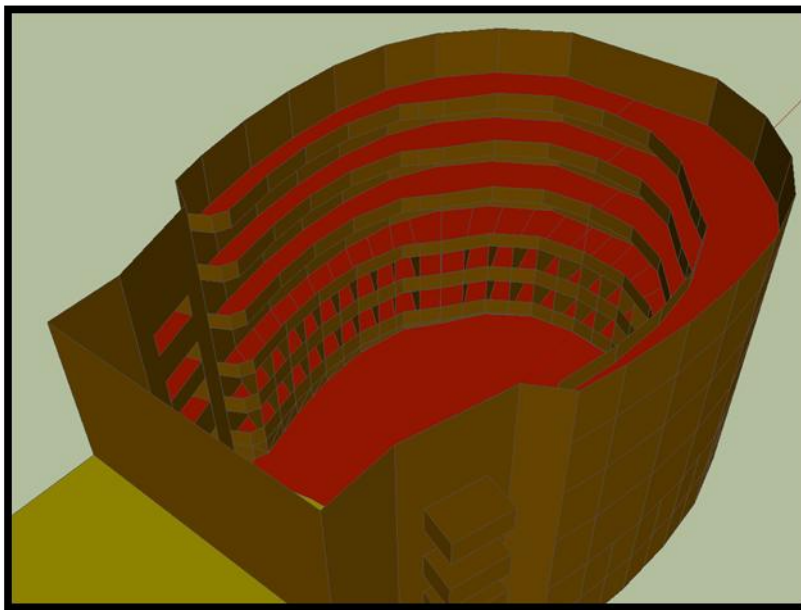


Este es el aspecto que tenemos una vez eliminadas todas las partes sobrantes de nuestra sala. En muchas ocasiones, tendremos superficies planas que divididas en más de una superficie. En ese caso, eliminaremos las líneas que las unen, para dejar una sola superficie, y así reducir el número de superficies, uno de los objetivos siempre que modelemos una sala.

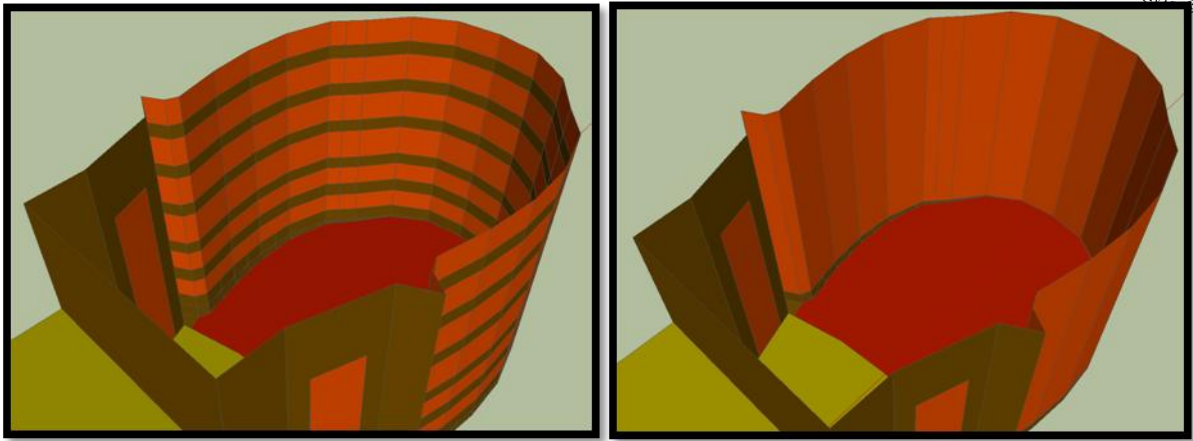
Con todas las simplificaciones realizadas, solo tendremos que fijarnos si queda algún hueco o superficie si cubrir. En nuestro caso, nos quedan por unir algunos últimos puntos para tenerla completamente terminada.



La simplificación en este diseño ha sido relativamente sencilla. De hecho, hemos conseguido terminar el modelado con tan solo 75 superficies. Cuando tengamos que recrear otro tipo de salas, como por ejemplo teatros clásicos, nos encontraremos que siguiendo un diseño parecido a este, podemos tener más de 500 superficies diferentes. En la siguiente imagen, se muestra el “Teatre del Liceu”. En su diseño original, cuenta con 664 superficies diferentes.



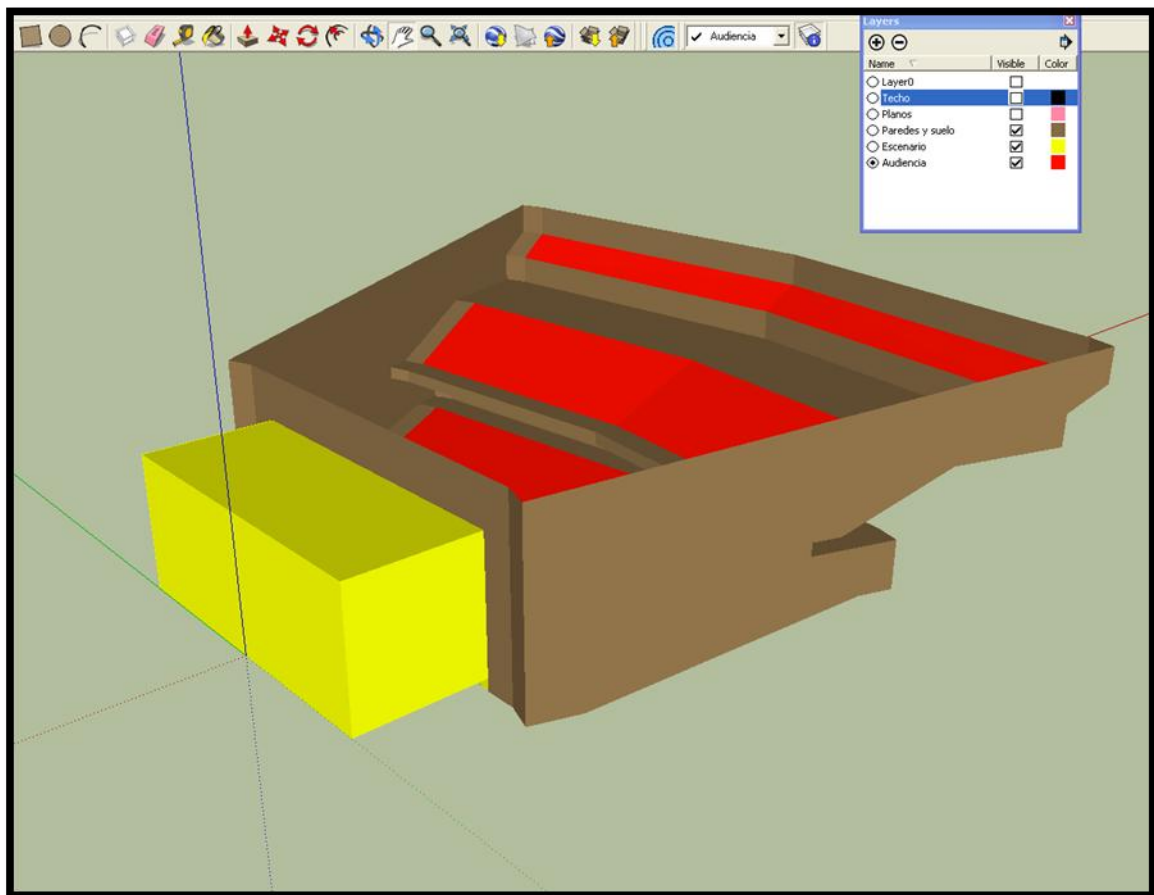
Para poder simplificar el diseño, y reducir el número de superficies, podemos aplicar un mismo conjunto de superficies a los palcos, añadiendo un adecuado coeficiente de difusión (en ODEON). El resultado, en función de la simplificación que queramos llevar a cabo sería la siguiente:



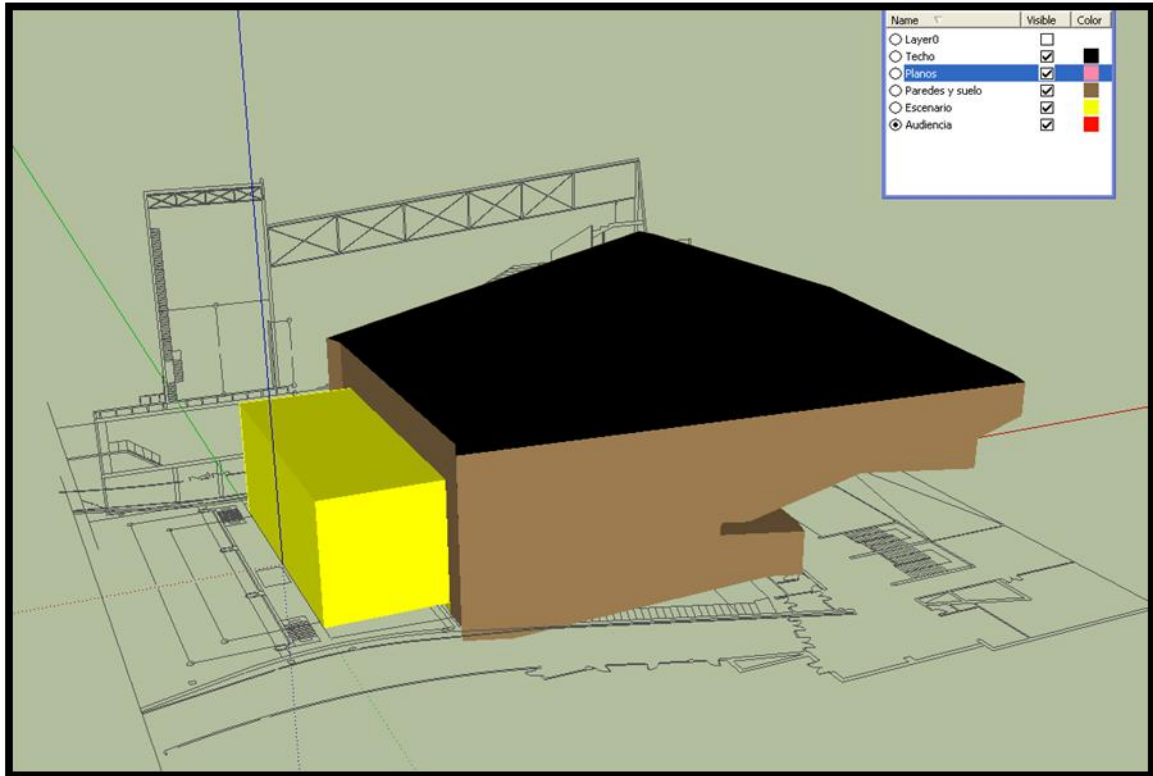
En la primera de ellas, hemos conseguido reducir las diferentes superficies a un total de 399, mientras que en la segunda, tenemos 144 superficies, de las 664 superficies originales.

Paso 4: División en capas

Ahora sí, nuestro modelado ha concluido. Solo nos queda para poder finalizar, juntar cada superficie por capas. Para ello, en la ventana de “Layers”, crearemos todas las capas que vayamos a utilizar, y les asignaremos un color a cada una, para que luego las podamos diferenciarlas fácilmente.



Como vemos, hemos dividido la sala en diferentes capas, aparte de Layer0 que se crea por defecto cada vez que empezamos a trabajar, y la capa de los Planos que creamos al principio del todo. Recordemos, que ya habíamos creado una capa llamada Planos, y que por defecto Google Sketch Up crea la capa Layer0. Hemos dividido las restantes superficies de la siguiente manera; escenario, paredes y suelo, audiencia y techo, que hemos dejado en modo “no visible” para poder ver la sala por dentro.



Nuestra sala ya está completamente terminada. Solo queda dejar visibles aquellas capas que queramos exportar a ODEON, y podremos seguir trabajando en el diseño acústico de la sala.

3. Auditorios analizados

Durante la elaboración de este proyecto, se han analizado un total de 22 auditorios españoles, todos ellos incluidos en la base de datos de mirem (Mapa informatizado de recintos escénicos y musicales de España).

Para la selección de dichos 22 auditorios, se tuvieron en cuenta las siguientes especificaciones: Auditorios o teatros con aforos superiores a 1500, que fueran salas convencionales, y que no se encontraran al aire libre.

Un total de 24 auditorios cumplían con dichas características, pero tanto el Gran Teatro Fleta de Zaragoza, como el Auditorio del Parque de San Francisco de Puerto de la Cruz, que actualmente están siendo rehabilitados y no existen como tal se exponen en la base de datos de la que disponemos.

Antes de repasar los 22 auditorios, veremos los criterios que se han utilizado para la elección de los coeficientes de difusión, o scattering, que ODEON utiliza en todos los materiales, así como un protocolo de asignación de materiales, que a la postre utilizaremos en nuestros modelos.

3.1. Protocolo de asignación de materiales:

3.1.1. Introducción:

La absorción del sonido en diferentes tipos de butacas, por dichas butacas con audiencia, y por los materiales que cubren la sala, ha sido estudiada por un gran número de autores. Estos estudios en su mayoría, recogen una comparación de los coeficientes de absorción medidos en laboratorios, con las medidas en las propias salas. Uno de los problemas de dichas medidas en laboratorios, es que la difusión de los materiales en cámaras reverberantes, no es la misma que en los auditorios para música. Además, para realizar una medida que determine cuanto absorben las superficies de un auditorio, estas han de realizarse antes de que las butacas hayan sido colocadas, pero con el resto del auditorio terminado, una condición que se da en contadas ocasiones.

La primera parte de este estudio se dedicó a determinar los coeficientes de absorción para 5 salas donde se pudo medir correctamente la absorción de las superficies., es decir, donde se midieron los coeficientes de absorción antes de colocar las butacas. Después, usando una técnica poco usual, se determinaron los coeficientes de absorción para las áreas sin butacas de 15 auditorios, y se compararon con las 5 salas anteriores. Finalmente, se determinaron los coeficientes de absorción para las butacas (ocupadas, y sin ocupar).

A la hora de trabajar en la absorción del sonido y sus propiedades en superficies y áreas de audiencia, es importante la elección de la ecuación de reverberación (Sabine vs Eyring).

La ecuación genérica para la reverberación es:

$$RT = 0.163 \cdot V / (A + 4mV) \quad (E.1.)$$

Donde V es el volumen de la sala en m^3 ; A es la absorción total de la sala compuesta por las butacas (ocupadas o desocupadas), superficies interiores, materiales absorbentes, estatuas, etc., en unidades de m^2 ; m es la constante de atenuación de la energía sonora que viaja en el aire, y con unidad de m^{-1} , como indica la ISO (1990). Los valores de $4m$ los podemos obtener de la siguiente tabla:

	Frecuencia (Hz)			
Humedad relativa	500	1000	2000	4000
50%	0.0024	0.0049	0.0089	0.0262
60%	0.0025	0.0044	0.0085	0.0234
70%	0.0025	0.0045	0.0081	0.0208
80%	0.0025	0.0046	0.0082	0.0194

[Tabla 2; Valores de coeficiente de atenuación del aire multiplicados por 4]

Si conocemos el área total de las superficies, S (en m^2), de una sala y conocemos sus componentes, los coeficientes de absorción de Sabine y Eyring están relacionados con la absorción total (A) mediante las siguientes ecuaciones:

$$\text{Sabine:} \quad A = S[\alpha_{\text{Sab}}] \quad (E.2.)$$

$$\text{Eyring:} \quad A = S [-2.30 \log_{10} (1 - \alpha_{\text{Eyr}})] \quad (E.3.)$$

De esta manera, podemos relacionar los dos coeficientes:

$$\alpha_{\text{Sab}} = -2.3 \log_{10} (1 - \alpha_{\text{Eyr}}) \quad (E.4.)$$

El valor del coeficiente α_{Sab} es siempre mayor que el valor de α_{Eyr} , y podemos obtener una aproximación mediante la siguiente tabla:

α_{Sab}	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
α_{Eyr}	0.1	0.18	0.26	0.33	0.39	0.45	0.50	0.55	0.59

[Tabla 3; Relación entre los coeficientes de absorción de Sabine y Eyring]

El uso de los coeficientes de Sabine por simplificación, no sacrifica la precisión de los resultados.

La absorción total de Sabine, se puede subdividir de la siguiente manera:

$$S [\alpha_{\text{Sab}}] = S_T \alpha_T + S_R \alpha_R + S_M \alpha_M + \dots \quad (E.5.)$$

Donde S_T es la “zona acústica” donde se encuentran la audiencia (ocupados o no) y el área donde se encuentra la orquesta. S_R es el resto de las zonas, donde podemos encontrar los palcos, y el resto de áreas. S_M se refiere a zonas de especial absorción como son las cortinas, alfombras,... Cada zona, tiene su respectivo coeficiente de absorción.

Ha sido establecido, que para auditorios y grandes salas de música, el poder de absorción de la audiencia, coro y orquesta, o de butacas tapizadas, crece en proporción

del área que ocupan, independientemente del número de personas o butacas que tengamos, siempre y cuando estén ocupadas al 100%, o vacías. Esta hipótesis es válida cuando tenemos una densidad de butacas entre 0.45 y 0.79 metros de suelo por persona, y entornos normales de difusión del sonido.

Veremos como la absorción sonora de la audiencia, está altamente relacionada con el tipo de butaca que tengamos.

3.1.2. Coeficientes equivalentes de absorción sonora

Existe una simple relación entre los tiempos de reverberación a frecuencias medias (500Hz-1kHz) de los auditorios y el volumen partido de la “zona acústica” (V/S_T):

$$RT=0.14 V/ S_T \quad (E.6.)$$

Esta ecuación asume que a frecuencias medias, el coeficiente de absorción de unas butacas tapizadas es de 0.85, y que aproximadamente un 75% del total del sonido absorbido es contribuido por la audiencia y la orquesta, y que el restante 25% es debido al resto de superficies, incluyendo paredes, puertas, estatuas, y demás zonas de materiales acústicos.

En una primera parte del diseño, esta ecuación provee al arquitecto y al técnico en acústica, una manera de poder determinar el volumen de la sala, una vez que se el tiempo de reverberación, el número de butacas, el espaciado entre filas, y las dimensiones de cada butaca hayan sido establecidos.

Definamos ahora un coeficiente equivalente de absorción sonora, α_{eq} (Kosten 1965):

$$RT=0.163 V/ (\alpha_{eq} * S_T) \quad (E.7.)$$

Donde toda la absorción de la sala se le asigna al área de audiencia y orquesta, S_T . Combinando con las ecuaciones anteriormente vistas, obtenemos lo siguiente:

$$\alpha_{eq} = [\alpha_T + 4m (V/ S_T)] + \alpha_R (S_R/ S_T) \quad (E.8.)$$

Si el coeficiente equivalente de absorción sonora de un grupo de auditorios lo representamos frente a (S_R/ S_T) por cada frecuencia, y dibujamos una línea recta entre dichos puntos, la intersección de esta línea cuando $(S_R/ S_T) = 0$ nos deja con $[\alpha_T + 4m (V/ S_T)]$ y la pendiente de la línea determina α_R . Tanto el α_T como el α_R determinados por este procedimiento son la media para el grupo de auditorios que hayamos utilizado.

3.1.3. Absorción residual: Auditorios completos sin butacas

Como ya hemos comentado anteriormente, solo en 5 salas se pudieron realizar medidas con el auditorio terminado, pero sin colocar las butacas. Gracias a eso, y con las ecuaciones (E.1.), (E.2.) y (E.5.), se pudieron calcular los coeficientes de absorción residual α_R , como podemos ver en la siguiente tabla 3. Al final de la tabla 3, se ha añadido una descripción de cada sala.

La absorción de materiales como puertas, rejillas de ventilación, estatuas, cristalerías, lámparas y pequeñas zonas de absorción acústica para control de ecos, se han promediado en el coeficiente de absorción residual α_R , como si fuesen parte de las superficies S_R del interior. A otros materiales, como pueden ser moquetas o alfombras, se les ha asignado los coeficientes de absorción que encontraremos en la tabla 8, y su absorción total a sido retirada del análisis.

Frecuencia	125	250	500	1000	2000	4000
Tipo 1	0.09	0.07	0.05	0.04	0.04	0.04
Tipo 2	0.13	0.10	0.08	0.08	0.07	0.06
Tipo 3	0.14	0.10	0.08	0.08	0.08	0.07
Tipo 4	0.16	0.13	0.10	0.09	0.08	0.07
Tipo 5	0.20	0.15	0.10	0.09	0.08	0.07
Tipo A	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07

[Tabla 4; Valores del coeficiente de absorción residual]

Tipo 1: Todas las superficies son de al menos 3.8cm de yeso, o yeso en bloques de hormigón. No se han añadido materiales absorbentes. Pasillos cubiertos de baldosas de vinilo, o linóleo. Piso del escenario cubierto por madera gruesa.

Tipo 2: Paredes del escenario de entre 3.8 y 1.25 cm de espesor de madera. Suelo del escenario de madera más fina que el resto de los escenario. El suelo de los palcos de 1.25 cm de madera flotante, aislado 0.75cm de una alfombra gruesa. Numerosas rejillas de ventilación en el techo. La parte superior de las barandillas de los balcones es de terciopelo acolchado.

Tipo 3: Una combinación entre el tipo 1 y el tipo 2, pero con una mayor presencia de elementos de iluminación en el techo, y aberturas para dichos elementos.

Tipo 4: Igual que el tipo 1, a excepción de un 25% de las paredes cubiertas de un panel de yeso de 1.25cm de espesor. Suelo de parquet, varios elementos de materiales absorbentes. Techo de escayola de 1.8cm de espesor.

Tipo 5: Paredes laterales del auditorio de madera contrachapada de 1cm de espesor. Paredes laterales y techo del escenario de madera de 2.5 cm de espesor. Alfombra en los pasillos, y pared posterior cubierta de moqueta para controlar ecos.

Tipo A: Descrito más adelante.

Para el siguiente estudio, se seleccionaron 15 auditorios. La selección se realizó comparando V/S_T y S_R/S_T , y seleccionando aquellas salas en los cuales los valores entraban dentro de un rango estrecho, indicativo de que las superficies especiales de absorción eran despreciables. Además, las salas escogidas, fueron aquellas donde se habían realizado mediciones in situ, y no mediante cálculos, o estimaciones. Finalmente, la selección se realizó de manera que se obtuvieran tres tipos diferentes de tapizados en las butacas.

Se promedió el α_R de los auditorios mediante la ecuación (E.8.). Para frecuencias medias (500/1000 Hz), el procedimiento fue razonablemente exacto. Para las frecuencias de 125 y 4000 Hz, la línea se tuvo que dibujar mediante una dispersión de

los puntos. El rango de α_R obtenido, se estrecho posteriormente por la aplicación a las salas. Estos coeficientes, se han añadido a la tabla 4, como Tipo A.

3.1.4. Absorción de las butacas: Auditorios con butacas ya instaladas

Los coeficientes de absorción para butacas sin ocupar, con los 3 diferentes tipos de tapizados, se han calculado utilizando la absorción residual de los Tipo A de la tabla 4, y los tiempos de reverberación de los 15 auditorios utilizando las ecuaciones (E.1.), (E.2.) y (E.5.). Los resultados los podemos ver en la tabla 5. Cuatro de los auditorios, presentan exceso de absorción para 250 Hz: Rotterdam, Berlín (Philharmonie), Stuttgart, y Bristol, que han podido ser causadas por las butacas.

		Frecuencia					
Auditorios		125	250	500	1000	2000	4000
Butacas muy tapizadas							
Cleveland, Severance Hall		0.57	0.74	0.83	0.89	0.91	0.85
Rotterdam, De Doelen		0.88	0.94	0.79	0.86	0.75	0.76
Edmonton, Jubilee Hall		0.60	0.72	0.79	0.83	0.93	0.89
Salzburg, Festspielhaus		0.76	0.66	0.71	0.76	0.75	0.74
Berlin, Philharmonie		0.80	0.93	0.84	0.85	0.75	0.69
Promedio		0.72	0.80	0.79	0.84	0.82	0.79
Promedio de la curva suavizada		0.71	0.79	0.83	0.84	0.83	0.79
Butacas con tapizado medio							
Buffalo, Kleinhans Hall		0.31	0.50	0.58	0.71	0.68	0.63
Stuttgart, Liederhalle		0.73	0.80	0.70	0.66	0.60	0.52
New York, Avery Fisher		0.64	0.67	0.65	0.66	0.63	0.60
Bristol, Colston Hall		0.52	0.77	0.75	0.78	0.74	-
Liverpool, Philharmonic Hall		0.56	0.64	0.74	0.80	0.77	0.75
Promedio		0.55	0.68	0.68	0.72	0.68	0.62
Promedio de la curva suavizada		0.56	0.64	0.70	0.72	0.68	0.62
Butacas poco tapizadas							
Boston, Symphony Hall		0.60	0.59	0.61	0.56	0.46	0.37
Basel, Stads-Casino		0.33	0.41	0.65	0.68	0.62	0.61
Berlin, Konzerthaus		0.36	0.46	0.64	0.72	0.70	0.67
Vienna, Gr. Musikvereinssaal		0.33	0.39	0.46	0.50	0.51	0.56
Amsterdam, Concertgebouw		0.40	0.54	0.60	0.61	0.60	0.62
Promedio		0.36	0.45	0.59	0.61	0.58	0.57
Promedio de la curva suavizada		0.35	0.45	0.57	0.61	0.59	0.55

[Tabla 5; Coeficientes de absorción de butacas, α_T]

3.1.5. Absorción de audiencia y orquesta

Mediante el mismo procedimiento anteriormente llevado a cabo, se calcularon los coeficientes de absorción para la audiencia y la orquesta para los 15 auditorios escogidos. Los resultados se encuentran en la tabla 6, y la diferencia entre ellos, se muestra en la tabla 7.

Auditorios	Frecuencia					
	125	250	500	1000	2000	4000
Butacas muy tapizadas						
Cleveland, Severance Hall	0.65	0.78	0.92	0.99	1.02	0.96
Rotterdam, De Doelen	0.85	0.84	0.89	0.86	0.83	0.77
Edmonton, Jubilee Hall	0.91	0.83	0.88	0.95	0.93	0.98
Salzburg, Festspielhaus	0.69	0.78	0.89	0.91	0.92	0.90
Berlin, Philharmonie	0.70	0.80	0.88	0.85	0.86	0.87
Promedio	0.76	0.81	0.89	0.91	0.91	0.89
Promedio de la curva suavizada	0.76	0.83	0.88	0.91	0.91	0.89
Butacas con tapizado medio						
Buffalo, Kleinhans Hall	0.56	0.62	0.85	0.90	0.89	0.95
Stuttgart, Liederhalle	0.73	0.78	0.83	0.82	0.79	0.83
New York, Avery Fisher	0.86	0.80	0.84	0.89	0.82	0.65
Bristol, Colston Hall	0.62	0.71	0.77	0.81	0.82	0.92
Liverpool, Philharmonic Hall	0.74	0.78	0.82	0.85	0.86	0.90
Promedio	0.70	0.73	0.82	0.85	0.84	0.85
Promedio de la curva suavizada	0.68	0.75	0.82	0.85	0.86	0.86
Butacas poco tapizadas						
Boston, Symphony Hall	0.64	0.75	0.81	0.83	0.89	0.88
Basel, Stads-Casino	0.45	0.60	0.77	0.83	0.87	0.82
Berlin, Konzerthaus	0.56	0.67	0.79	0.82	0.87	0.88
Vienna, Gr. Musikvereinssaal	0.53	0.63	0.76	0.83	0.86	0.85
Amsterdam, Concertgebouw	0.60	0.69	0.81	0.91	0.93	0.99
Promedio	0.56	0.67	0.79	0.83	0.87	0.86
Promedio de la curva suavizada	0.56	0.68	0.79	0.83	0.86	0.86

[Tabla 6; Coeficientes de absorción de la audiencia y orquesta, α_T]

Tipos de butacas	Región Frecuencial		
	Bajas frecuencias	Medias frecuencias	Altas frecuencias
Muy tapizadas	0.04	0.06	0.09
Tapizado medio	0.11	0.13	0.16
Tapizado bajo	0.22	0.22	0.29

[Tabla 7; Diferencia entre absorción con audiencia, y sin audiencia]

3.1.6. Coeficientes de absorción para materiales arquitectónicos comunes: Valores históricos

Podemos encontrar los coeficientes de absorción de materiales arquitectónicos en Fry (1922), Harris (1991) y Beranek (1992). En la siguiente tabla, tenemos un promediado de dichos valores. Se asume, que esos valores son para ser utilizados mediante la fórmula de Sabine, aunque teniendo en cuenta, que la absorción total se produce en un 75% por la orquesta y la audiencia, utilizar tanto las ecuaciones de Sabine, o Eyring para calcular los valores de los coeficientes residuales de absorción, apenas afectará al cálculo de los tiempos de reverberación.

Descripción	Coeficientes de absorción para las frecuencias indicadas					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Audiencia						
Muy tapizado [1]	0.76	0.83	0.88	0.91	0.91	0.89
Tapizado medio [2]	0.68	0.75	0.82	0.85	0.86	0.86
Tapizado bajo [3]	0.56	0.68	0.79	0.83	0.86	0.86
Butacas vacías						
Muy tapizado [4]	0.72	0.79	0.83	0.84	0.83	0.79
Tapizado medio [5]	0.56	0.64	0.70	0.72	0.68	0.62
Tapizado bajo [6]	0.35	0.45	0.57	0.61	0.59	0.55
Promedio de absorción residual en los 15 auditorios	0.14	0.12	0.10	0.09	0.08	0.07
Yeso (3cm) sobre metal desplegado [7]	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03
Doble capa de panel de yeso (3.2cm) [8]	0.28	0.12	0.10	0.17	0.13	0.09
Madera flotante (2.5cm) [9]	0.19	0.14	0.09	0.06	0.06	0.05
Paneles de madera fina [10]	0.42	0.21	0.10	0.08	0.06	0.06
Hormigón, con o sin	0.11	0.08	0.07	0.06	0.05	0.06

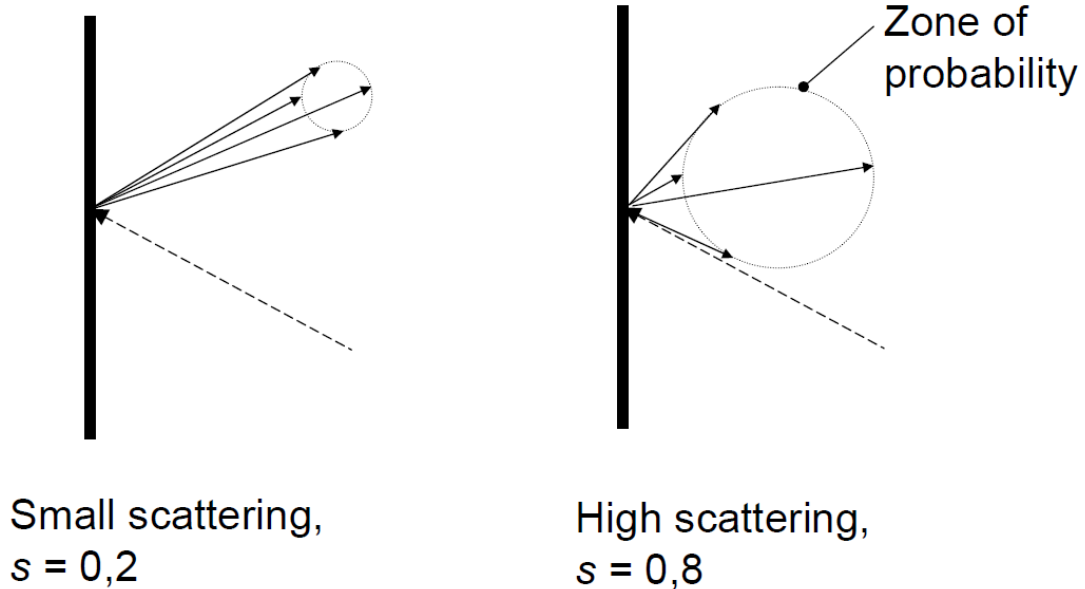


yeso [11]							
Vidrio duro [12]		0.18	0.06	0.04	0.03	0.02	0.02
Suelo de hormigón [13]		0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Linóleo sobre hormigón [14]		0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Parquet sobre hormigón [15]		0.04	0.04	0.07	0.06	0.06	0.07
Tarima flotante (Board on joist floor) [16]		0.15	0.20	0.10	0.10	0.10	0.10
Alfombra pesada sobre cemento [17]		0.02	0.06	0.14	0.37	0.60	0.65
Alfombra sobre espuma de caucho [18]		0.08	0.24	0.57	0.69	0.71	0.73
Alfombra fina sobre cemento [19]		0.02	0.04	0.08	0.20	0.35	0.40

[Tabla 8; Coeficientes de absorción]

3.2. Elección de los coeficientes de difusión

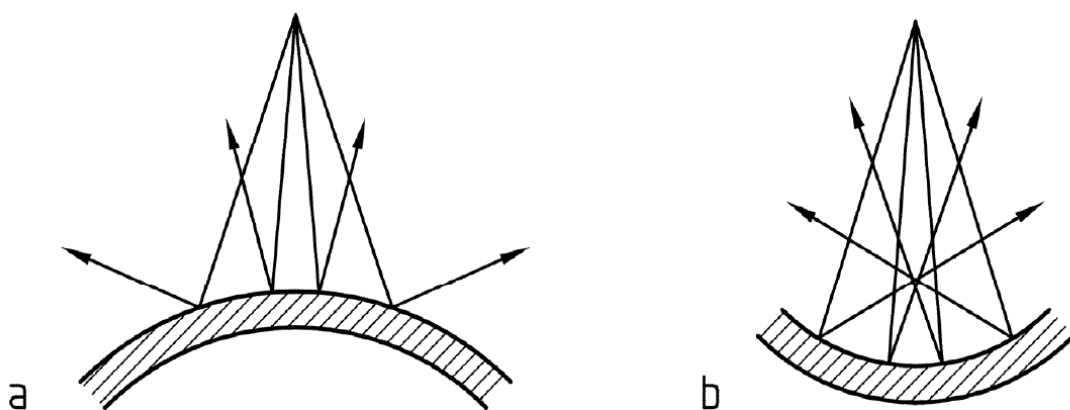
Definimos el coeficiente de difusión, s , como el ratio entre la energía acústica reflejada en direcciones no especulares y la total reflejada. Definimos una superficie difusora, a aquella con un valor $s \geq 0,5$. Este fenómeno, se da debido a que no todas las superficies son planas.



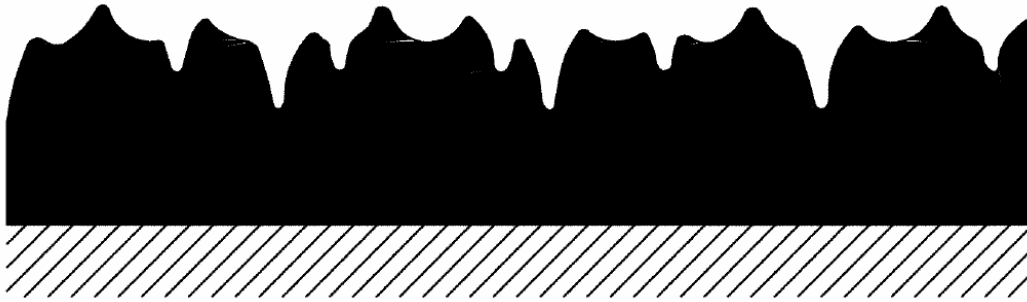
[Figura 4; Diferentes superficies difusoras]

Existen diferentes tipos de superficies difusoras:

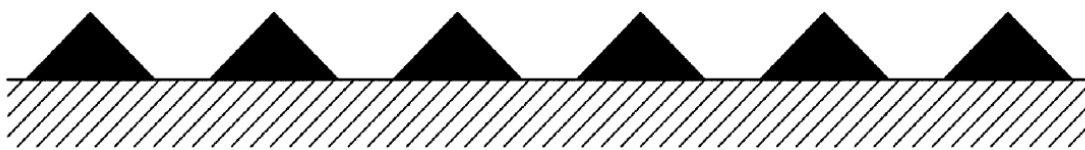
-Superficies curvas (tanto convexas (a) como cóncavas (b)).



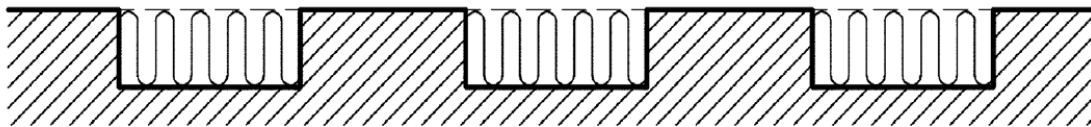
-Estructuras geométricas irregulares.



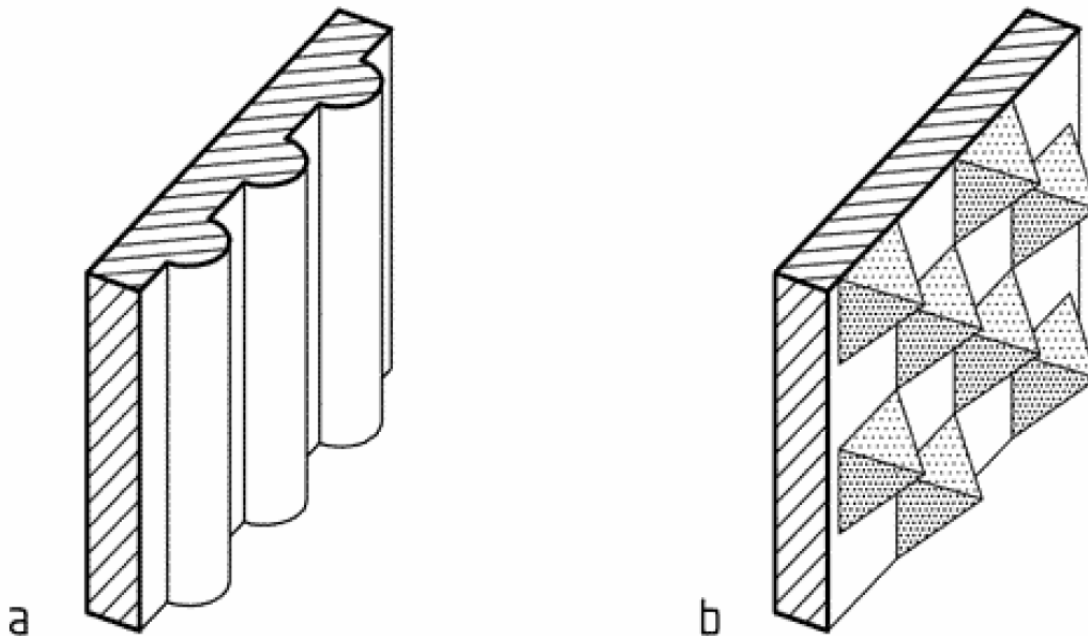
-Estructuras irregulares periódicas.



-Superficies con mezcla de materiales absorbentes y reflectantes.



Además, podemos encontrar materiales difusores en una, o más dimensiones:



Esta difusión se comporta de manera diferente según la frecuencia de la onda que incide, lo que hace el cálculo del coeficiente más complejo, pero nosotros no tendremos eso en cuenta, ya que el propio ODEON realiza todos esos cálculos, y solo tenemos que asignar el valor del coeficiente a cada superficie.



Asignación de diferentes tipos de coeficientes de difusión en función de los materiales:

Podemos decir que nuestro único problema a la hora de realizar los cálculos con difusión, es el de asignar a cada superficie un valor entre 0 y 1. Existen ya valores preestablecidos para que la simulación sea lo más real posible. En la siguiente tabla podemos ver que coeficiente hemos de utilizar según la superficie que tengamos:

Coeficientes de difusión	Descripción de la superficie
0.6 - 0.7	Audiencia
0.4 - 0.5	Estructuras rugosas
0.3	Estanterías de libros
0.1 - 0.2	Ladrillos con juntas abiertas
0.05 - 0.1	Ladrillos con las juntas cerradas
0.05 - 0.1	Superficies lisas en general

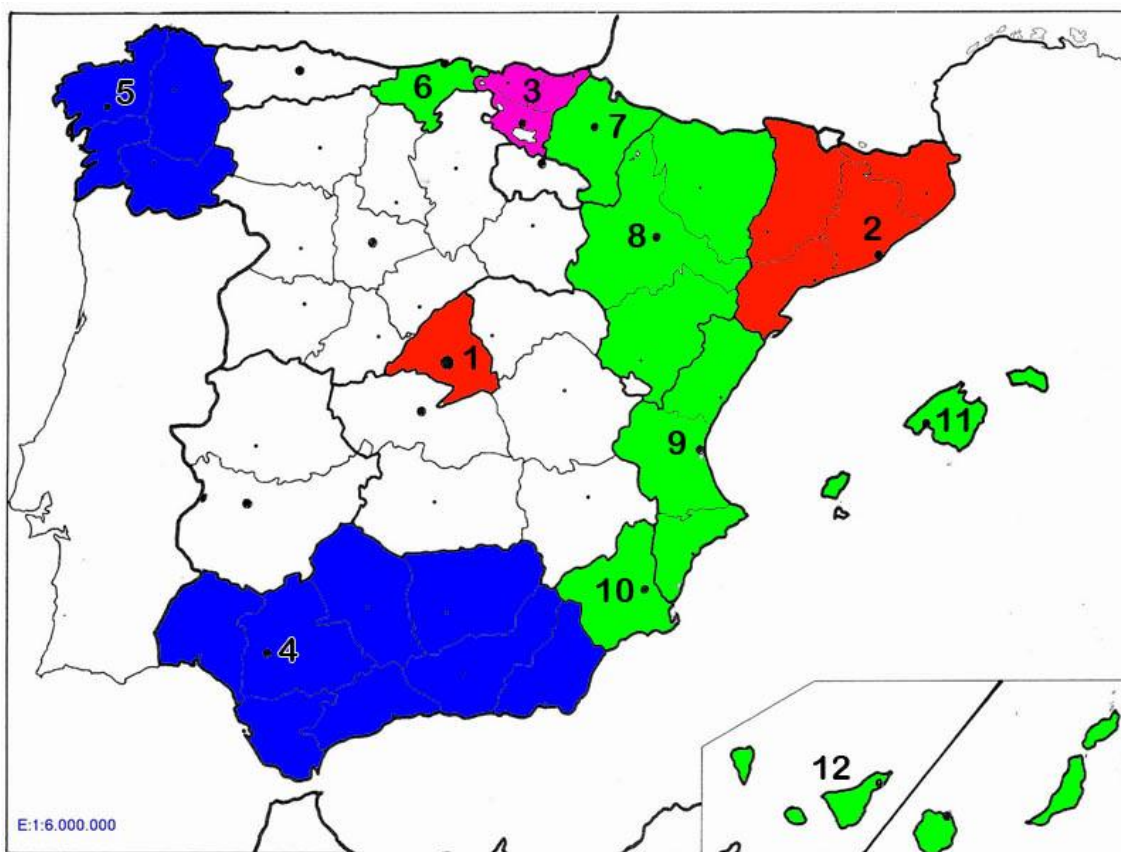
[Tabla 9: Coeficientes de difusión]

Para poder asignar a cada material un coeficiente de difusión, nos fijaremos en el material disponible, es decir, en las fotografías que podemos encontrar. A continuación, repasaremos cada uno de los casos, y mediante fotografías, asignaremos dichos valores, así como los materiales que hemos usado para la simulación.

3.3. Auditorios simulados

3.3.1. Situación de los auditorios simulados

A continuación, veremos cómo están repartidos los auditorios y teatros simulados, y así podremos ver además, como están repartidos en la geografía española los auditorios y teatros más importantes y más grandes.



[Figura 5: Situación de los auditorios simulados]

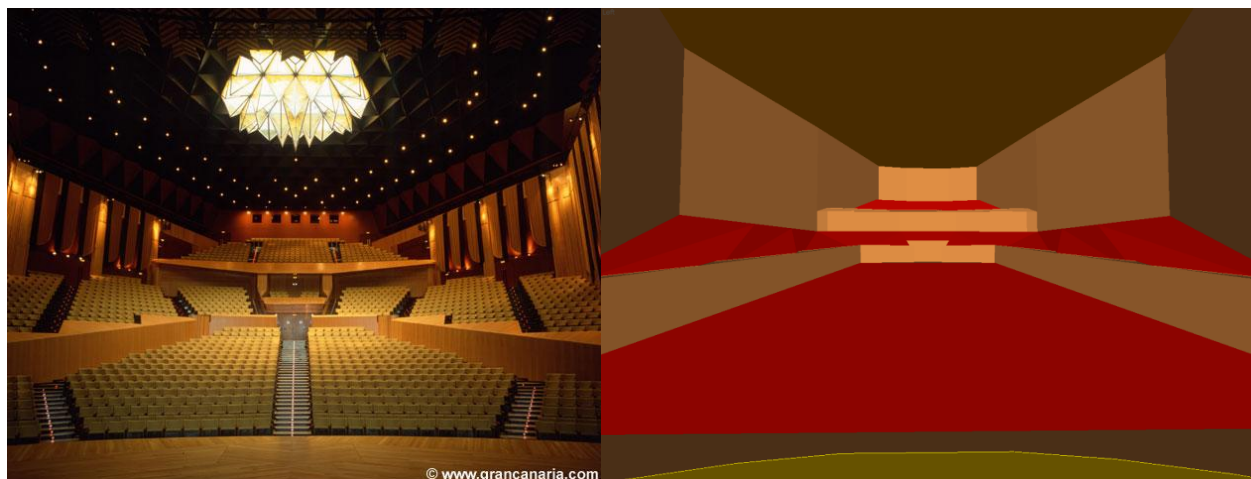
Como vemos en este mapa de comunidades de España, así quedan repartidos los auditorios, en color rojo, aquellas comunidades con 4 auditorios, en rosa 3 auditorios, 2 auditorios las comunidades en color azul, y un solo auditorio las comunidades de color verde.

1. Comunidad de Madrid: Encontramos 3 auditorios, y un teatro: El auditorio Nacional de Música, El Palacio de Congresos de Madrid, El Teatro Real de Madrid, y el Gran Teatro del Parque de Atracciones de Madrid.
2. Cataluña: Gran Teatre del Liceu, Sala Sinfónica L'Auditori, Palau de la Música Catalana, y el Teatre Tívoli.
3. País Vasco: Teatro Arriaga, Palacio Euskalduna, y Centro Kursaal.



4. Andalucía: Teatro de la Maestranza, Sala García Lorca (Palacio de Exposiciones y Congresos de Granada).
5. Galicia: Auditorio Palacio de Congresos Príncipe Felipe, Sala Santiago (Palacio de Exposiciones de Galicia).
6. Cantabria: Sala Argenta (Palacio de Festivales de Cantabria).
7. Navarra: Baluarte Palacio de Congresos y Auditorio de Navarra.
8. Aragón: Sala Mozart (Auditorio Palacio de Congresos).
9. Comunidad Valenciana: Sala “Iturbi” (Palau de la Música i Congressos de Valencia).
10. Murcia: Sala Narciso Yepes (Auditorio y Centro de Congresos Víctor Villegas).
11. Islas Baleares: Sala Magna (Auditórium de Palma de Mallorca).
12. Islas Canarias: Auditorio Alfredo Kraus.

3.3.2. Auditorio Alfredo Kraus:



[Figura 6: Auditorio Alfredo Kraus real y su modelado]

El auditorio Alfredo Kraus fue construido entre 1993 y 1997 en las Palmas de gran Canaria (isla de Gran Canaria) por el arquitecto Oscar Tusquets. Tiene capacidad para albergar a 1646 personas en sus 1650m². Gracias a su diseño, todas las butacas disponen de una buena visibilidad sobre el escenario.

Entre sus múltiples usos, están la ópera, la danza, el cine, conciertos y congresos.

Es el escenario habitual del Festival de Música de Canarias, y ha acogido a orquestas de la talla de la Orquesta Filarmónica de Viena, y grandes orquestas estadounidenses como la de Boston, Filadelfia o Nueva York.

Estos han sido los coeficientes de difusión y materiales utilizados para su modelado y simulación:

Superficie	Materiales	Coeficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.4
Audiencia	[2],[5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 9: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.3. Auditorio Nacional de Música:



[Figura 7: Auditorio Nacional de Música real y su modelado]

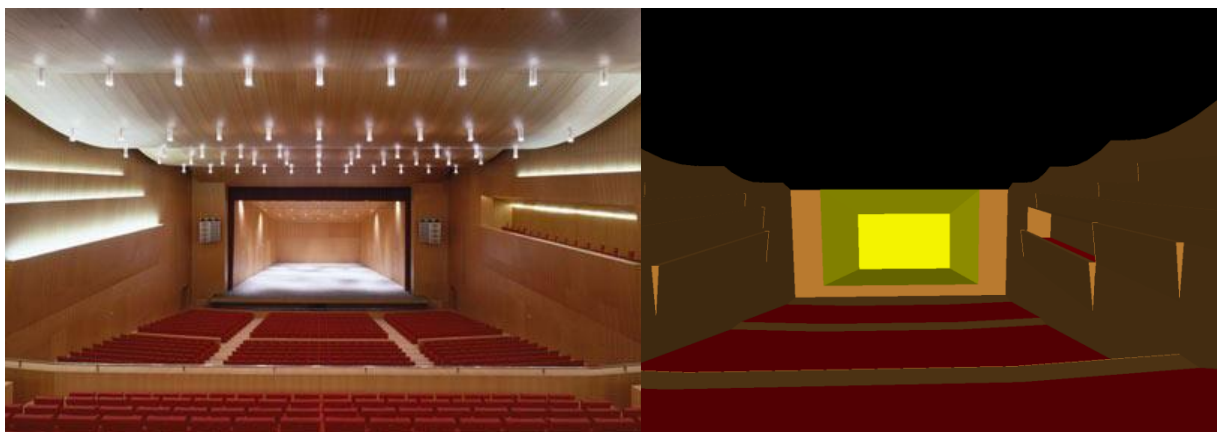
El Auditorio Nacional de Música de Madrid se inauguró en 21 de octubre de 1988, obra del arquitecto José M^a García de Paredes. Su sala sinfónica tiene capacidad para 2324 personas.

Actualmente es la sede de la Orquesta y Coro Nacionales de España, así como de la Joven Orquesta Nacional de España.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 10: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.4. Baluarte:



[Figura 8: Baluarte real y su modelado]

El Palacio de Congresos y Auditorio de Navarra, conocido también como Baluarte, es un edificio del arquitecto navarro Patxi Mangado, y finalizado en el año 2003 en la ciudad de Pamplona.

La sala sinfónica del Baluarte cuenta con una capacidad de 1568 personas. La ópera, el teatro, la danza los conciertos y congresos son las actividades más comunes. Entre las orquestas más asiduas al Baluarte, se encuentran la Orquesta Sinfónica de Euskadi, y Orquesta Sinfónica de Navarra.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 11: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.5. Palacio Euskalduna:



[Figura 9: Palacio Euskalduna real y su modelado]

El Palacio Euskalduna de Congresos y de la Música se sitúa en plena ría de Bilbao, y fue construido entre 1994 y 1999 por los arquitectos Federico Soriano y Dolores Palacios. La Sala Principal del palacio euskalduna, dispone de 2164 localidades. El suelo es de madera de roble americano, las paredes y terrazas de haya y los techos de cerezo. El techo, no está apoyado en las paredes sino que es de madera flotante.

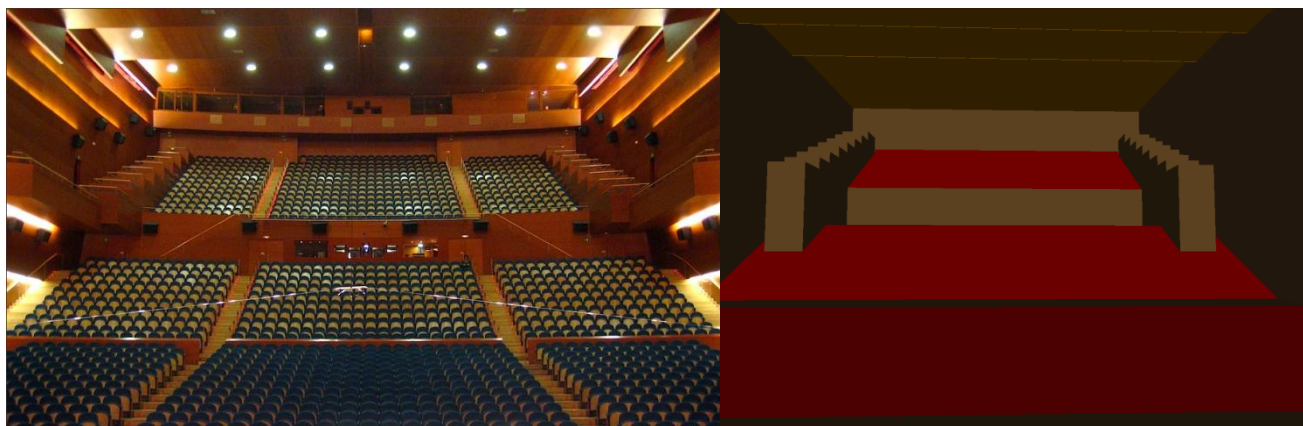
La calidad acústica del Palacio Euskalduna se considera magnífica, gracias al especialista catalán, Higinio Arau, que ha trabajado en algunos de los mejores recintos de Europa.

La ópera, el teatro, la danza, los conciertos y los congresos son las actividades más comunes en dichas instalaciones.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.3
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 12: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.6. Kursaal:



[Figura 10: Kursaal real y su modelado]

El Palacio de Congresos y Auditorio Kursaal, es un complejo arquitectónico constituido de un gran auditorio una gran sala de cámara y varias salas polivalentes por el arquitecto Rafael Moneo en la ciudad Guipuzcoana de San Sebastián.

Se inauguró en el año 1999, y es sede del Festival de Cine de San Sebastián. El auditorio tiene capacidad para 1806 espectadores, y está situado dentro del “cubo” grande. Posee un foso para representaciones de ópera, que se crea mediante el descenso de la parte delantera del suelo del patio de butacas, así como un sistema de telones laterales que permiten modificar las características acústicas de la sala.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 13: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.7. L'Auditori Barcelona:



[Figura 11: L'Auditori de Barcelona real y su modelado]

L'Auditori de Barcelona es un edificio obra del arquitecto Rafael Moneo, inaugurado en marzo de 1999. Consta de 4 salas, donde la sala sinfónica Pau Casals tiene un aforo de 2203 personas. La acústica de la sala ha sido estudiada por el ingeniero especializado Higiní Arau.

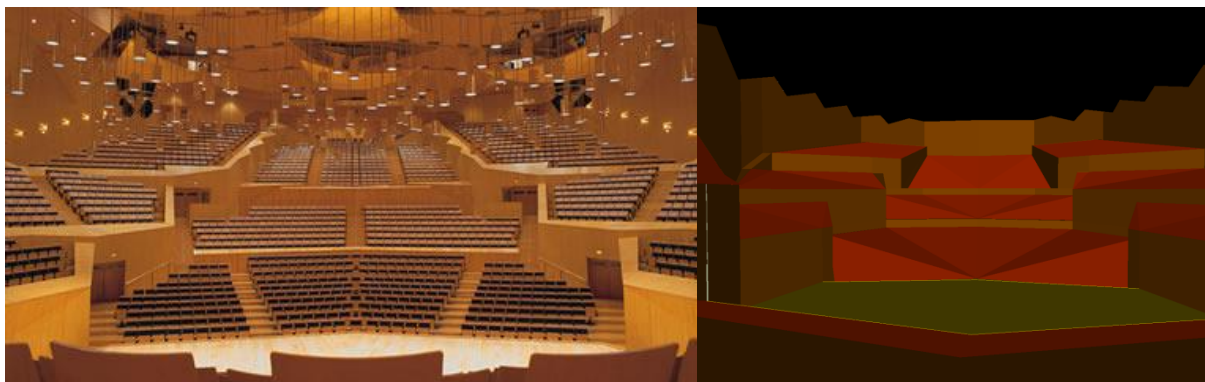
Dicha sala se caracteriza por una geometría regular en la línea de las grandes salas clásicas con mejores condiciones acústicas, con una planta rectangular de proporciones 2x1 y un techo horizontal. El material de recubrimiento del techo, paredes y suelo de la salas es el contrachapado recubierto por una lamina de madera de arce, de grosor variable según la difracción del sonido deseada. La continuidad en la organización de la sala pretende garantizar unas condiciones de visibilidad y audición homogéneas para todo el público.

En el mismo complejo musical, se encuentra la sede de la Escuela Superior de Música de Cataluña, y el museo de la Música.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.5
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 14: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.8. Mozart



[Figura 12: Sala Mozart real y su modelado]

La sala Mozart, se encuentra dentro del Auditorio Palacio de Congresos de Zaragoza. El auditorio forma parte de un complejo formado por el propio Auditorio – Palacio de Congresos y la Sala Multiusos, destinada a acoger ferias y exposiciones. Es obra del arquitecto aragonés José Manuel Pérez Latorre, y fue inaugurado el 5 de octubre de 1994.

La alta calidad sonora del auditorio ha sido elogiada por directores de la talla de Zubin Mehta. Dicho auditorio tiene capacidad para 1992 personas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.3
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 14: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.9. Narciso Yepes



[Figura 13: Sala Narciso Yepes real y su modelado]

La Sala Narciso Yepes, se encuentra dentro del Auditorio y centro de congresos “Víctor Villegas” de Murcia. El primer modulo (auditorios) fue inaugurado en 1995, y posteriormente, en 2002 inicio su actividad el centro de congresos.

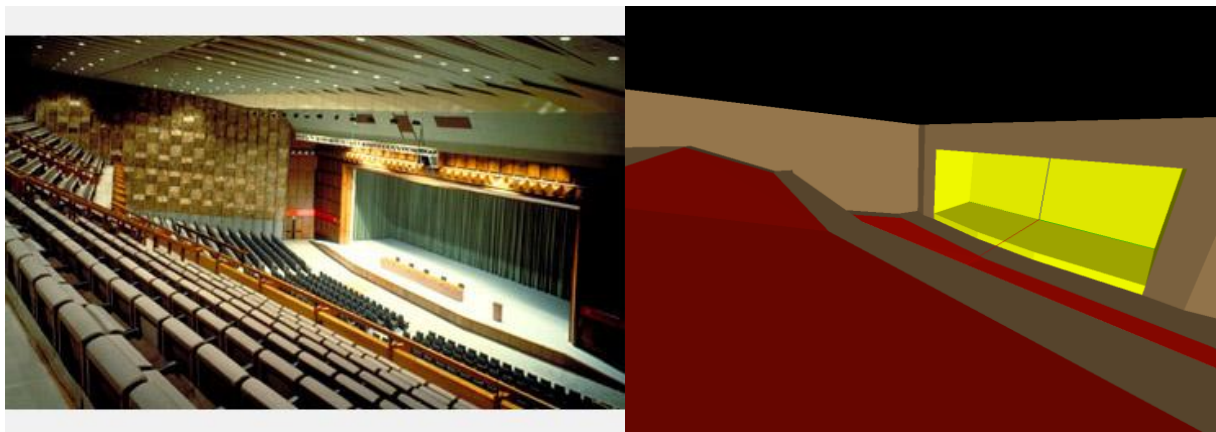
El modulo de los auditorios fue un proyecto de los arquitectos José María García de Paredes, e Ignacio García Pedrosa, aunque fue este último quien lo llevo a cabo, debido a la muerte de José María García Paredes antes de comenzar a ser construido. Inaugurada en 1995, se convirtió en la principal infraestructura musical de la Región de Murcia.

La sala sinfónica Narciso Yepes, es una gran sala sinfónica dotada de 1768 butacas, con una acústica espectacular y con una magnifica visibilidad desde todas sus zonas. Es un espacio óptimo para acoger una amplia y rica programación, como lo pueden ser la música sinfónica, ballet, ópera, teatro, etc.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9], [7]	0.1
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 16: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.10. Palacio de Congresos de Madrid



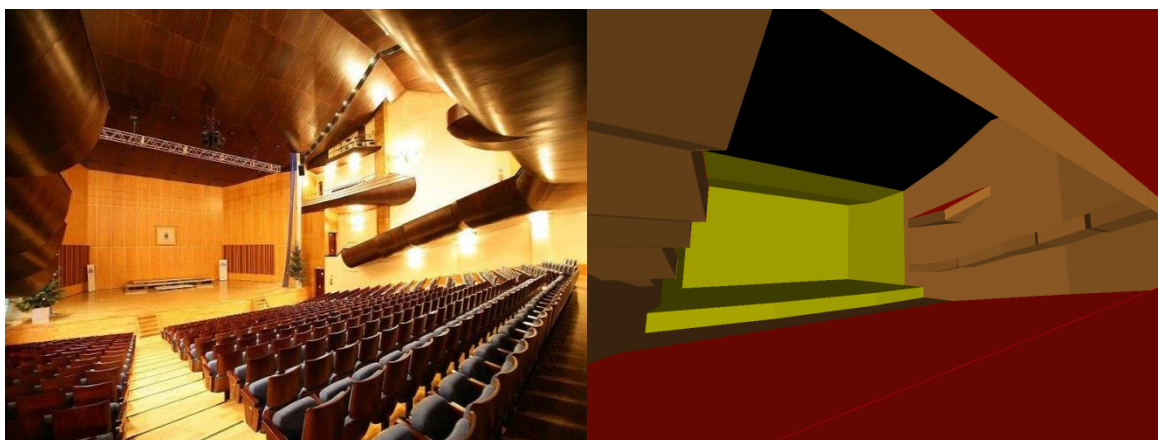
[Figura 14: Palacio de Congresos de Madrid real y su modelado]

El Palacio de congresos de Madrid se construyó en el año 1970, por el arquitecto Pablo Pintado y Riba. Su auditorio cuenta con una capacidad de 1909 personas, cuya polivalencia admite desde reuniones de empresas y conferencias, a grandes espectáculos, presentaciones o entregas de premios.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.4
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 17: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.11. Palacio de Congresos de Oviedo:



[Figura 15: Palacio de Congresos de Oviedo real y su modelado]

El Auditorio-Palacio de Congresos Príncipe Felipe de Oviedo, se inauguró en abril de 1999. Fue diseñado por el arquitecto Rafael Beca. El auditorio tiene una capacidad de 1504 personas, y su acústica fue a cargo del ingeniero Higini Arau.

Ha sido utilizado para congresos, conferencias, exposiciones, muestras monográficas, conciertos...

La capacidad del auditorio puede incrementar hasta para 2344 personas, abriendo la sala polivalente.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.2
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 18: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.12. Palacio de congresos y exposiciones de Galicia:



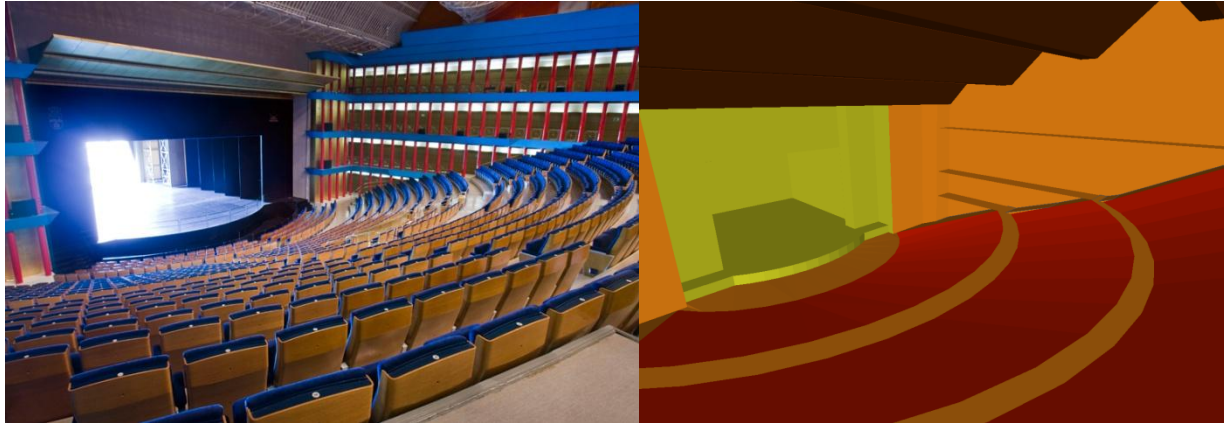
[Figura 16: Palacio de Congresos y exposiciones de Galicia real y su modelado]

El auditorio Principal situado en el Palacio de congresos y exposiciones de Galicia cuenta con un aforo de 2100 butacas, uniendo las salas Santiago y la sala Compostela, de 1580 y 520 butacas respectivamente.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9], [7]	0.1
Techo	[9]	0.5
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 19: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.13. Sala Argenta



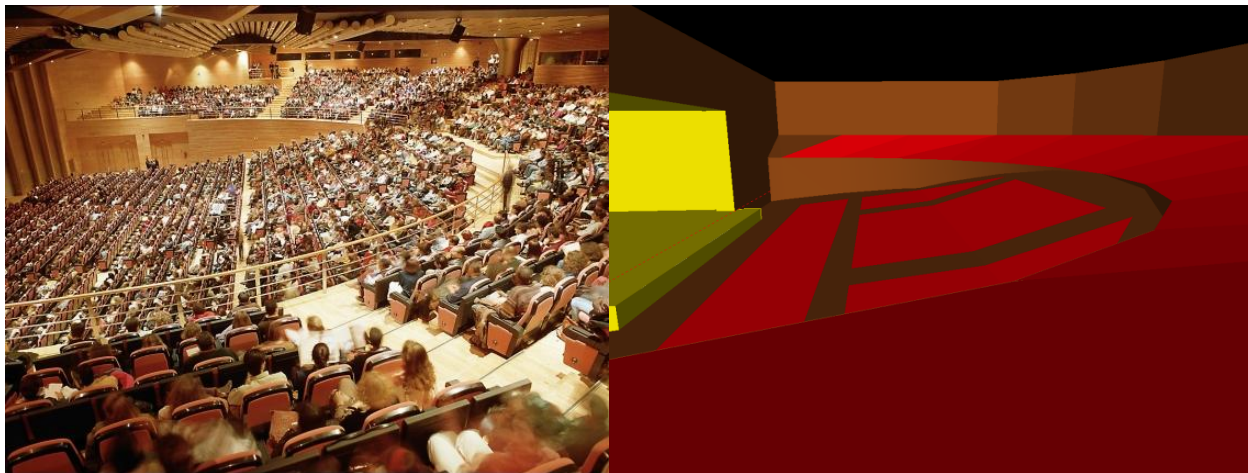
[Figura 17: Sala Argenta real y su modelado]

La sala Argenta se encuentra en el Palacio de Festivales de Cantabria, en Santander. Fue construido en el año 1990, obra de Sáenz de Oiza. Tiene capacidad para 1642 personas, y acoge toda clase de espectáculos (danza, teatro, cine, música,...).

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9], [14]	0.6
Techo	[9]	0.4
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 20: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.14. Sala García Lorca:



[Figura 18: Sala García Lorca real y su modelado]

El Palacio de Exposiciones y Congresos de Granada dispone de más de 28 salas-auditorios. El mayor de ellos, es la Sala García Lorca, con capacidad para 1999 personas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.4
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 21: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.15. Sala Iturbi Valencia



[Figura 19: Sala Iturbi Valencia real y su modelado]

El Palau de la Música Valenciana alberga la Sala Iturbi. Fue obra del arquitecto José María de Paredes en el año 1987.

La sala está preparada para albergar a 1790 asistentes, pudiéndose ampliar si se ocupan las localidades del coro. Se distribuye en parte en abanico, frente y tras la orquesta, y el resto en palcos a modo de graderíos que envuelven a los músicos.

Músicos de la talla de Montserrat Caballé, o Plácido Domingo han elogiado la acústica de la sala.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 22: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.16. Sala Magna Palma de Mallorca:



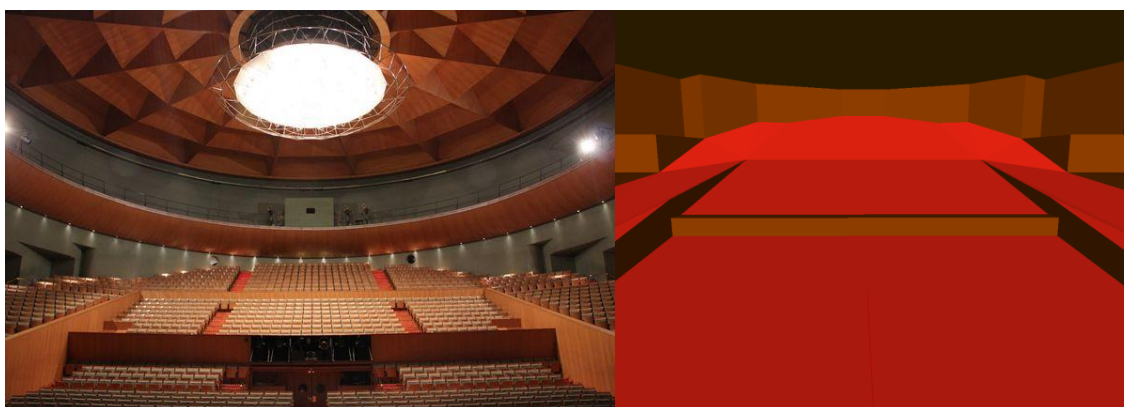
[Figura 20: Sala Magna Palma de Mallorca real y su modelado]

La Sala Magna Palma de Mallorca, se encuentra en el Auditórium de Palma de Mallorca. Tiene una capacidad para 1739 personas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.3
Techo	[9]	0.4
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 23: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.17. Teatro de la Maestranza:



[Figura 21: Teatro de la Maestranza real y su modelado]

El Teatro de la Maestranza está situado en Sevilla, a orillas del río Guadalquivir. Su construcción terminó en 1992 y es obra de los arquitectos Aurelio del Pozo y Luis Marín, y es considerado uno de los mejores teatros vanguardistas de España.

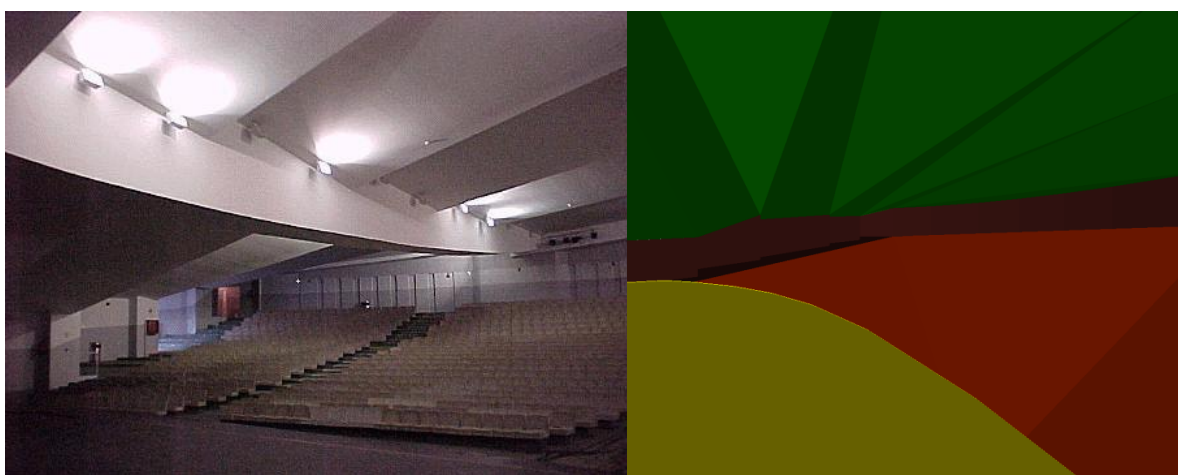
Gracias a su acústica variable, se pueden representar distintos espectáculos, desde óperas hasta conciertos de música clásica y recitales, pasando por flamenco, ballet y zarzuelas.

Es además sede de la Real Orquesta Sinfónica de Sevilla. Tiene capacidad para 1800 butacas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9]	0.1
Techo	[9]	0.4
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 24: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.18. Teatro del Parque de Atracciones de Madrid:



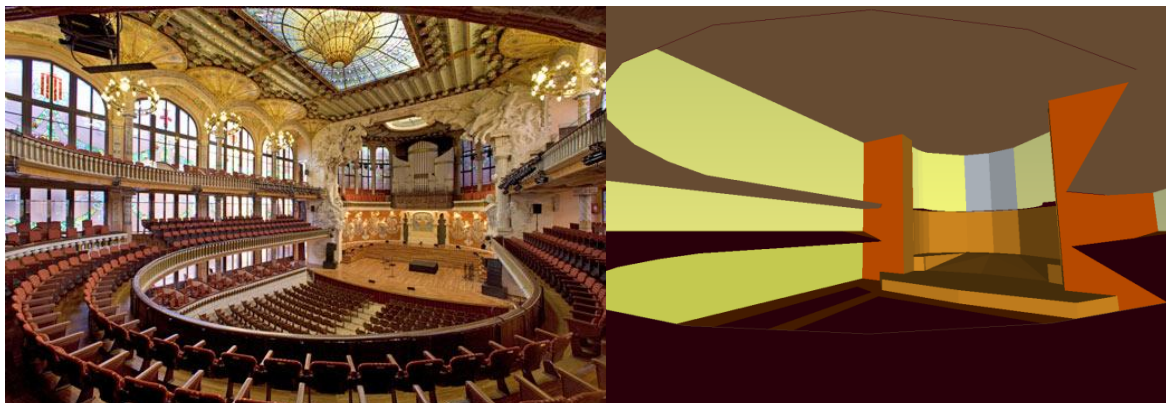
[Figura 22: Teatro del Parque de Atracciones de Madrid real y su modelado]

Este teatro, situado en el Parque de Atracciones de Madrid, era originalmente un teatro al aire libre, con capacidad para unas 8000 personas. En el año 1999, se cubrió, y se redujo su número de asientos hasta llegar a los 2533.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[11]	0.2
Techo	[11]	0.2
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[14]	0.05

[Tabla 25: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.19. Palau de la Música Catalana:



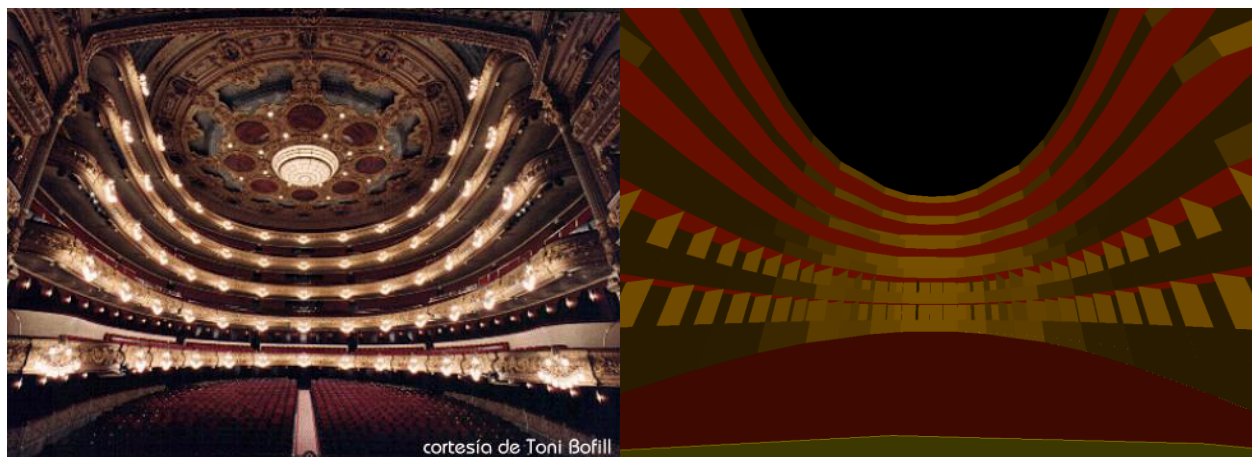
[Figura 23: Palau de la Música Catalana real y su modelado]

Construido ente 1905 y 1908 por el arquitecto Lluís Domenech i Monater como sede del Orfeo Catalá. La sala de conciertos, es una de las más singulares del mundo. Tiene una capacidad de 2138 personas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[9], [12]	0.3
Techo	[9], [12]	0.5
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 26: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.20. Teatre del Liceu:



[Figura 24: Teatre del Liceu real y su modelado]

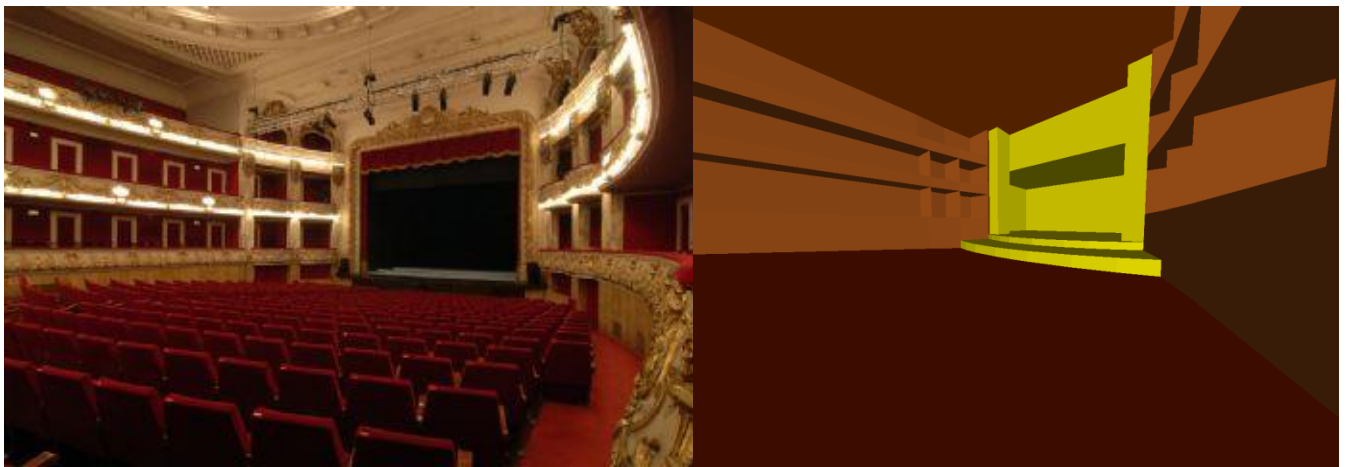
Situado en La Rambla de Barcelona, aunque con más de 150 años de antigüedad, poco queda del original, ya que ha sufrido 2 grandes incendios, e incluso un atentado. El último, el incendio de 1994 destruyó por completo el teatro, y tuvo que volver a ser construido.

La reapertura fue en el año 1999, y actualmente cuenta con 2321 butacas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[7]	0.3
Techo	[7]	0.5
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 27: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.21. Teatro Tivoli:



[Figura 25: Teatro Tivoli real y su modelado]

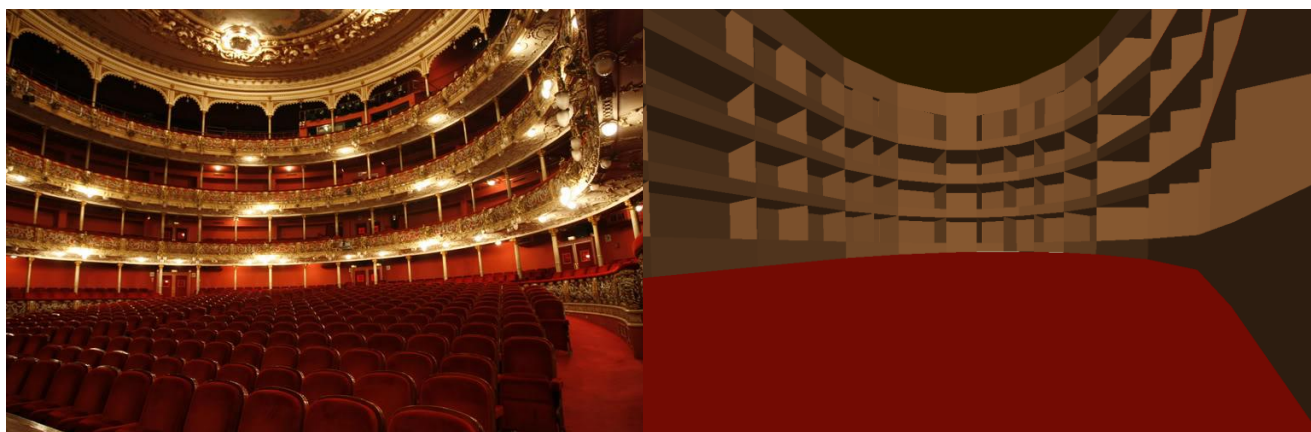
Construido en 1919, el Teatro Tivoli es una sala de espectáculos de Barcelona, dedicada al teatro y al cine. En algunas épocas de su historia ha albergado representaciones de ópera y zarzuela, así como obras musicales.

Cuenta con un aforo de 1640 personas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[7]	0.3
Techo	[7]	0.4
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 28: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.22. Teatro Arriaga:



[Figura 26: Teatro Arriaga real y su modelado]

El Teatro Arriaga, situado en Bilbao es un edificio neo-barroco de finales del siglo XIX, obra del arquitecto Joaquín de Rucoba. Fue inaugurado en mayo del año 1890. Ha sufrido varias reformas, por el incendio de 1914, y por las inundaciones de 1983.

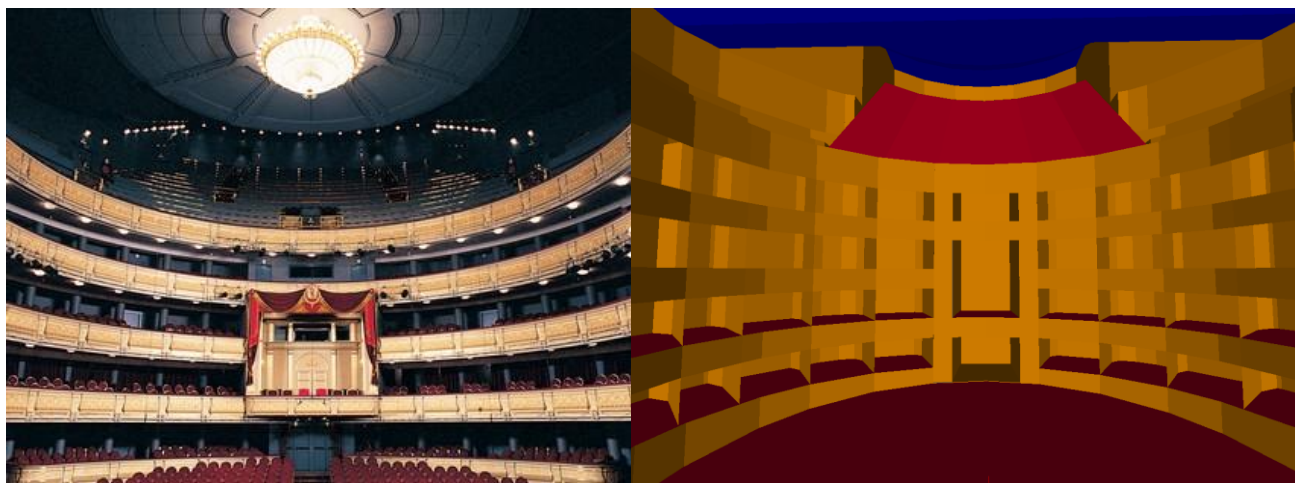
Actualmente se destina principalmente a representaciones de teatro, mientras el moderno Palacio Euskalduna alberga actuaciones de mayor escala y complejidad de ópera y demás.

Cuenta con un aforo de 1502 personas.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[7]	0.3
Techo	[7]	0.5
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 29: Coeficientes de difusión y materiales]

3.3.23. Teatro Real de Madrid:



[Figura 27: Teatro Real de Madrid real y su modelado]

El Teatro Real de Madrid, está considerado uno de los más importantes de España y de Europa, y es uno de los monumentos más emblemáticos de la ciudad. Fue inaugurado en el año 1850 por el arquitecto Antonio López Aguado.

Con capacidad para 1742 personas, sufrió la última remodelación en el año 1997 para la reconversión del Teatro en una sala operística.

Superficie	Materiales	Coefficiente de difusión
Paredes	[7]	0.3
Techo	[7]	0.5
Audiencia	[2], [5]	0.7
Escenario	[9]	0.05

[Tabla 30: Coeficientes de difusión y materiales]

3.4. Simulaciones

ODEON cuenta con dos maneras de calcular la curva de caída de una sala:

- Quick Estimate: Es el método más rápido para ver cómo afectan los cambios de materiales en la sala. Se debería considerar como una herramienta para sacar resultados preliminares.
- Global Estimate: Es el método más efectivo de los dos, y podemos obtener resultados de alta calidad.

3.4.1. Quick Estimate

Este método, estima una absorción media, que luego implementa utilizando los métodos de Sabine, Eyring, o Arau-Puchades para poder estimar el tiempo de reverberación. En vez de utilizar la fórmula clásica del cálculo de la absorción, ODEON envía pequeñas partículas desde la fuente, asumiendo campo difuso, en direcciones aleatorias y cuenta el número de veces que se golpea cada superficie de la sala. De esta manera, aquellas superficies que no han recibido impactos de las partículas, se quedan fuera, aquellas que han tenido un impacto cuentan una vez, y aquellas superficies que han sufrido un impacto en sus 2 lados, cuentan dos veces.

Como resultado, la estimación del tiempo de reverberación que se calcula, corresponde a un sub-volumen de la sala, en la cual se encuentran las superficies que han sido alcanzadas por las partículas.

Fórmula clásica del cálculo de la absorción media:

$$\bar{\alpha} = \frac{\sum_i S_i \alpha_i}{\sum_i S_i}$$

Donde S_i y α_i son el área y el coeficiente de absorción de la superficie i respectivamente. La fórmula modificada para el cálculo de la absorción media mediante partículas es:

$$\bar{\alpha}' = \frac{\sum_i H_i \alpha_i}{\sum_i H_i}$$

Donde H_i es el número de impactos en dicha superficie.

ODEON calcula tanto mediante la fórmula clásica, como mediante la fórmula modificada tanto para Sabine como para Eyring, que se muestran como “Modified Sabine” y Modified Eyring”. Para el caso de Arau-Puchades, realiza una pequeña modificación.



Para el cálculo de la fórmula clásica, ODEON estima el volumen de la sala gracias al camino libre medio:

$$l=4V/S$$

Donde V es el volumen de la sala, y S el total de superficies activas.

3.4.2. Global Estimate

Este método, estima los tiempos de reverberación T_{20} , y T_{30} usando el método propuesto por Schröder, así como el camino libre medio, y genera estimaciones de las curvas de caída.

La fuente emite partículas en direcciones aleatorias, que se reflejan utilizando el “Vector based scattering method” de ODEON. Se calcula la pérdida de energía de cada partícula por la absorción de las superficies, y la del aire. La suma de muchas partículas, nos da la función de caída de la curva de energía para la sala.

Cuando dicha curva es suave, se derivan los resultados tanto del T_{20} , como del T_{30} . Es importante utilizar un correcto número de rayos, y un tiempo adecuado de la respuesta al impulso para obtener unos resultados satisfactorios.

3.4.3. Cálculo de la respuesta de las fuentes a receptores

Esta herramienta, permite calcular la respuesta de una fuente sobre un punto, un conjunto de puntos, o sobre una malla. Dichos resultados son similares a los que obtendríamos mediante la respuesta al impulso medida en una sala real.

La respuesta de la fuente se calcula mediante un cálculo híbrido, donde las primera reflexiones se calculan mediante el método imagen de la fuente y trazado de rayos, y las reflexiones finales se calculan empleando un proceso especial de trazado de rayos que generan fuentes secundarias, que irradian energía desde las superficies de las paredes.



4. Análisis de datos

Con la base de datos que se ha creado en base a las diferentes simulaciones realizadas por ODEON en los 22 auditorios y teatros modelados, se pueden realizar infinidad de análisis y estudios, y más aun gracias a la herramienta de búsqueda que se ha diseñado en Excel.

La finalidad de este proyecto, no ha sido tanto dicho análisis, sino la creación de una base de datos y un protocolo de diseño en 3D de los auditorios. Aun así, y para ver el potencial del trabajo, se ha puesto especial hincapié en 4 posibles análisis que podemos diferenciar fácilmente:

1. *Comparativa de resultados simulados con datos reales medidos.* Disponemos de los datos reales medidos in situ de varias salas, con las que compararemos los resultados y veremos la fiabilidad con la que hemos realizado las modelizaciones.

2. *Ejemplos de posibles estudios facilitados en la base de datos.* Debido a la gran cantidad de información que se tiene de los 22 auditorios, se han escogido varios estudios que sean representativos tanto del trabajo realizado, como de la base de datos que se dispone.

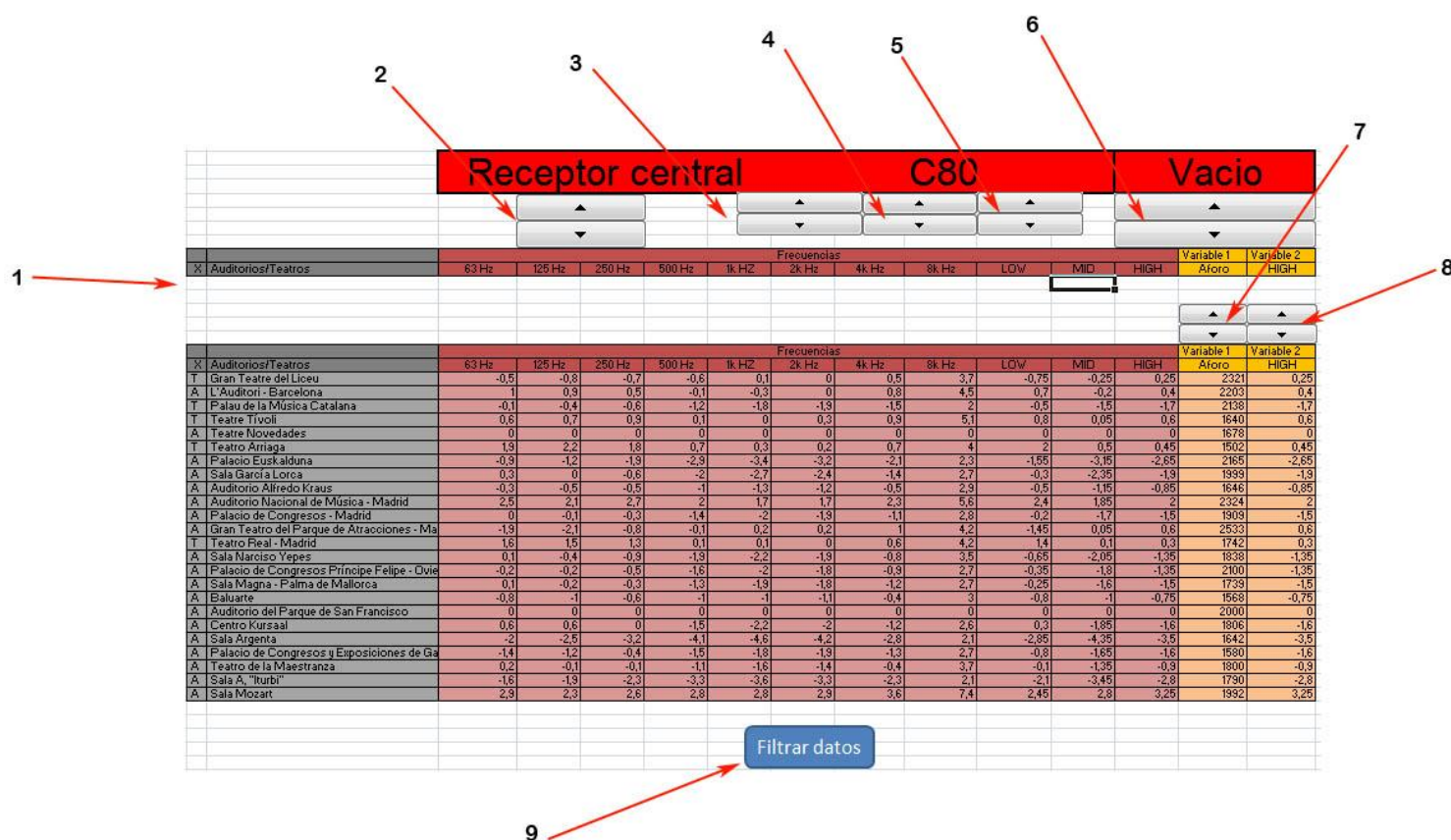
3. *Comparativa de resultados entre diferentes simulaciones realizadas en ODEON.* Como ya se ha explicado anteriormente, ODEON dispone de más de una herramienta de simulación. En este apartado se compararan dichos resultados.

4. *Comparativa de datos entre nuestra base de datos, y la base de datos creada por L. Beranek.* Compararemos algunos de nuestros resultados, con los de L. Beranek.

4.1. Herramienta de búsqueda de datos

La base de datos cuenta con más de cuatro mil datos obtenidos mediante simulaciones en ODEON. Por ello, antes de empezar el análisis, se elaboró una herramienta de búsqueda de datos, así como de realización de graficas automática, que a la postre se han utilizado en el análisis.

Veamos cómo es la herramienta:



[Figura 27: Herramienta utilizada en Excel]

Como podemos ver, hemos reducido todos los datos a esta tabla, donde podemos acceder a todos los datos, y además podemos desechar datos que no queremos, o datos que no nos interesan para alguna grafica determinada. A continuación se explica en qué consiste cada botón de nuestra herramienta.

1. Esta fila funciona a modo de filtro. Es decir, podemos seleccionar los datos que queramos, indicando que condiciones queremos que se cumplan, como por ejemplo que un valor a cierta frecuencia sea mayor que 0, o indicando si queremos analizar teatros, o auditorios, escribiendo una T o una A en la primera columna de dicha fila.



2. En el primer botón, seleccionamos el tipo de simulación con la que vamos a analizar los datos, o bien “Quick Stimate”, “Global Stimate” o mediante un “Receptor Central”.
- 3, 4, 5. Una vez escogido el tipo de simulación que deseamos, estos tres botones cambian el parámetro a analizar. Cada botón sirve para un tipo de simulación. Estos son los parámetros que tenemos para cada simulación:
 - Quick Stimate: T30 Sabine, T30 Sabine modificado, T30 Eyring, y T30 Eyring modificado.
 - Global Stimate: T30, T20.
 - Receptor Central: T30, T20, EDT, G, LF, y C80.
6. Mediante este botón, cambiaremos los parámetros escogidos entre simulación con la sala vacía, y llena.
- 7, 8. Estas son las dos variables con las que nuestra herramienta crea la grafica. Las dos se pueden variar independientemente. La primera de ellas escoge entre parámetros de la sala como pueden ser aforo, volumen, superficie total, distancia máxima, medidas del escenario, etc. La segunda pestaña va recorriendo cada columna de la tabla. Desde los 65 Hz hasta los 8 KHz, y además se han añadido 3 valores más que son LOW, MID y HIGH, medias de sus respectivas frecuencias.
9. Accionando este botón, filtramos los datos con las condiciones especificadas en el punto uno, de manera que tengamos solo aquellos datos que queramos.

4.2. Ejemplos de aplicación de la herramienta

A continuación veremos varios ejemplos de aplicaciones de la herramienta implementada.

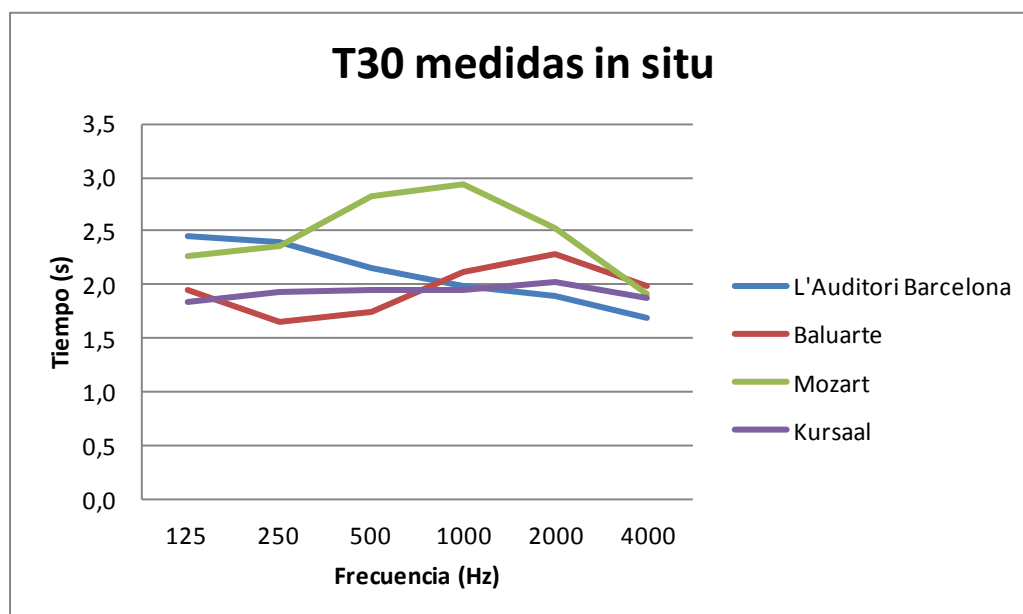
4.2.1. Comparativa de resultados simulados con datos reales medidos

Cuatro son los auditorios de los que se han logrado los tiempos de reverberaciones reales medidos in situ; L'Auditori de Barcelona, Baluarte de Pamplona, la sala Mozart de Zaragoza, y el Kursaal de San Sebastián.

A continuación veremos la tabla donde se muestra el T_{30} de las 4 salas mencionadas a las que se ha tenido acceso.

	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L'Auditori Barcelona	2,5	2,4	2,2	2,0	1,9	1,7
Baluarte	1,9	1,6	1,7	2,1	2,3	2,0
Mozart	2,3	2,4	2,8	2,9	2,5	1,9
Kursaal	1,8	1,9	2,0	1,9	2,0	1,9

[Tabla 28: T_{30} de auditorios medidos in situ]

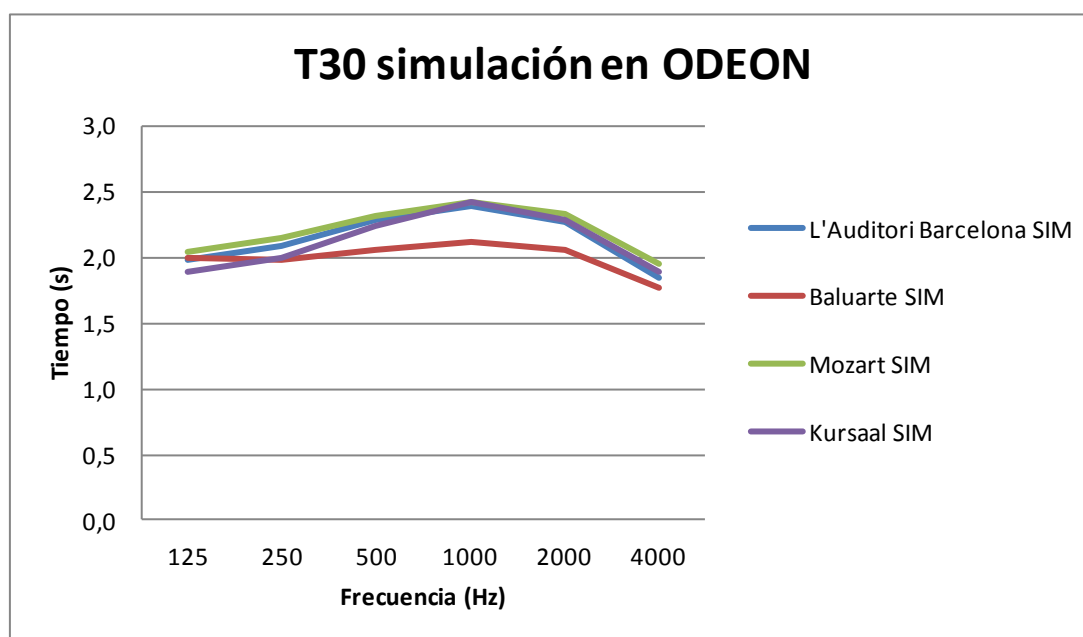


[Figura 30: Gráfica T_{30} de auditorios medidos in situ]

Estos son los resultados de las mismas salas simuladas en ODEON:

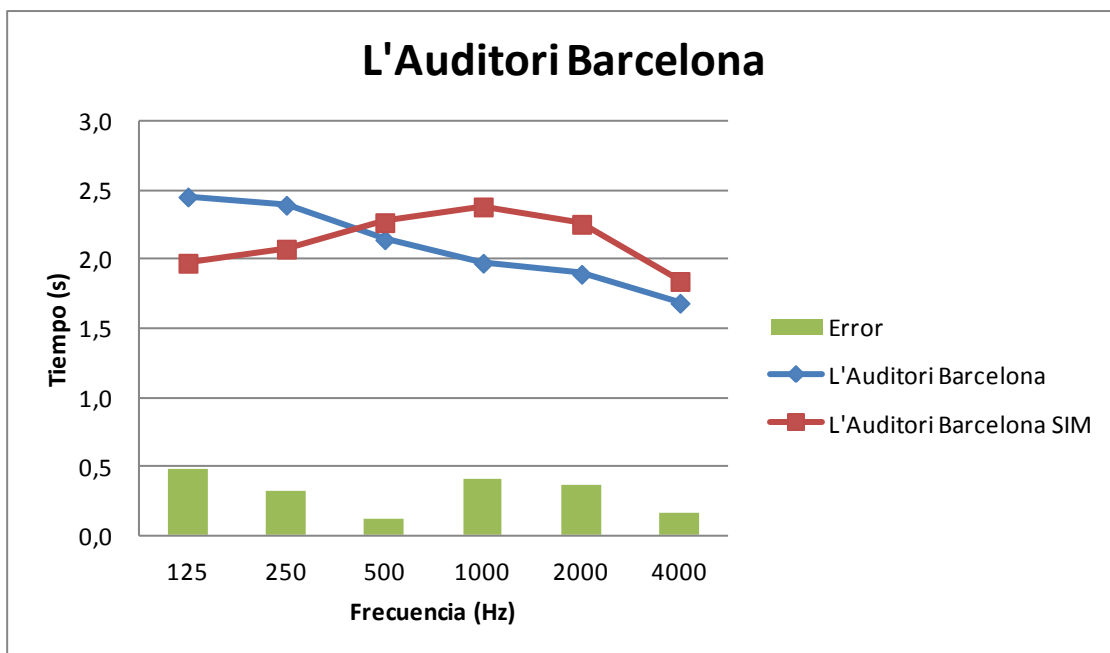
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
L'Auditori Barcelona SIM	2,0	2,1	2,3	2,4	2,3	1,8
Baluart SIM	2,0	2,0	2,1	2,1	2,1	1,8
Mozart SIM	2,0	2,2	2,3	2,4	2,3	2,0
Kursaal SIM	1,9	2,0	2,2	2,4	2,3	1,9

[Tabla 29: T_{30} de auditorios simulados en ODEON]



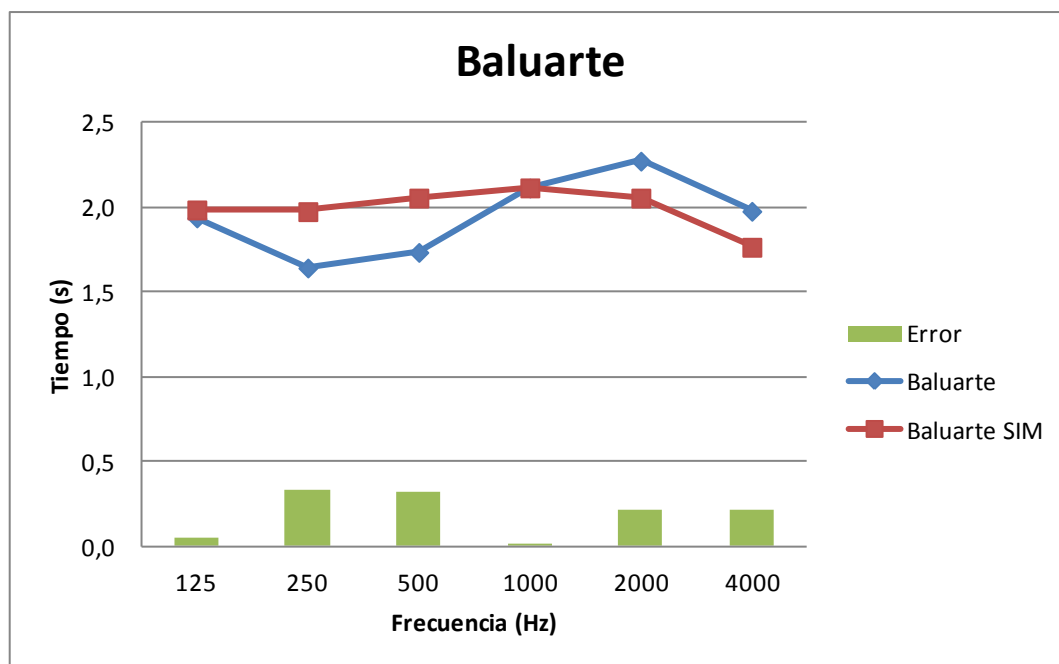
[Figura 31: Gráfica T_{30} de auditorios simulados en ODEON]

Podemos ver como las dos graficas se mueven en un rango parecido de valores, veamos de uno en uno los resultados para ver si hemos logrado resultados óptimos o no.



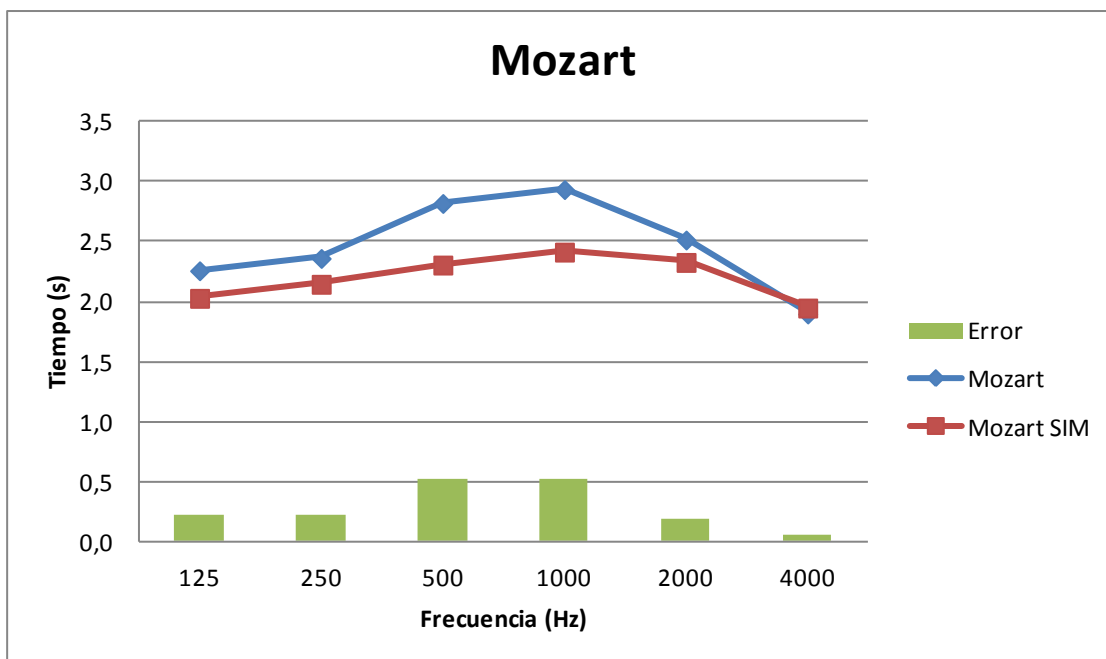
[Figura 32: Comparativa L'Auditori de Barcelona]

Como nos indica la barra de error, en ningún momento superamos el medio segundo de diferencia entre las dos señales. La caída en ambas medidas a partir de 1KHz es muy parecida, aunque en la sala simulada sea ligeramente superior en tiempo.



[Figura 33: Comparativa Baluarte de Pamplona]

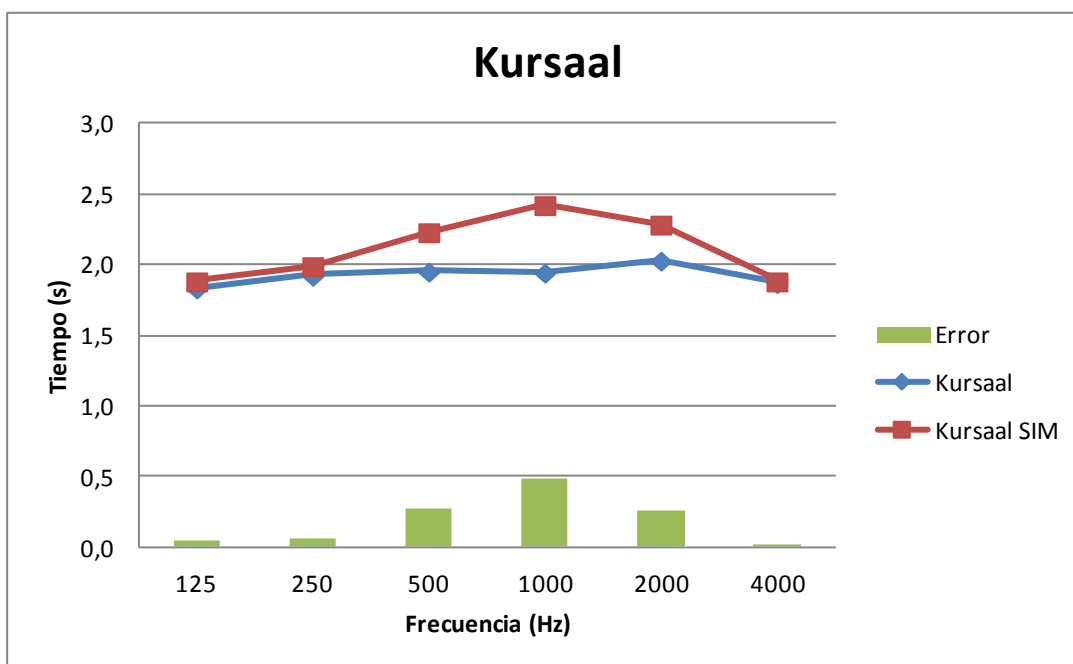
La línea que representa la simulación, aunque se encuentra entre los valores reales de la sala, es mucho más lineal que la línea que representa las medidas in situ. El error en las medidas, sigue siendo menor de 0.5 y además hay varios valores que se ajustan prácticamente con los datos reales.



[Figura 34: Comparativa Mozart de Zaragoza]

La sala Mozart fue sin duda la más complicada de realizar, debido a su geometría nada común, y sus palcos, todos a diferentes alturas. Además, es uno de los auditorios con mayor volumen que se ha simulado, por lo que es normal que los errores se magnifiquen.

Aún así, se ha conseguido una buena aproximación, aunque con tiempos ligeramente inferiores a los reales, aunque esta vez, se ha mantenido la tendencia entre las dos líneas.



[Figura 35: Comparativa Kursaal de San Sebastián]



De las medidas a las que hemos tenido acceso, esta es en la que más nos hemos acercado en cada banda de octava. Solo a 1KHz el error es más claro.

Hay que recordar, que a la hora de realizar los modelados de las salas, así como la asignación de materiales, la información que se tenía era en algunos casos escasa, o nula en el caso de los materiales, por lo que podemos decir que los resultados obtenidos han sido buenos.

Sin duda se podrían haber acercado más los valores reales y simulados, pero para ello deberíamos haber tenido mejores planos, y la lista de materiales reales con los que están construidas las salas.

Es de recalcar, como las tendencias de las líneas de simulación son mucho más suaves y lineales que las líneas que representan los datos reales.

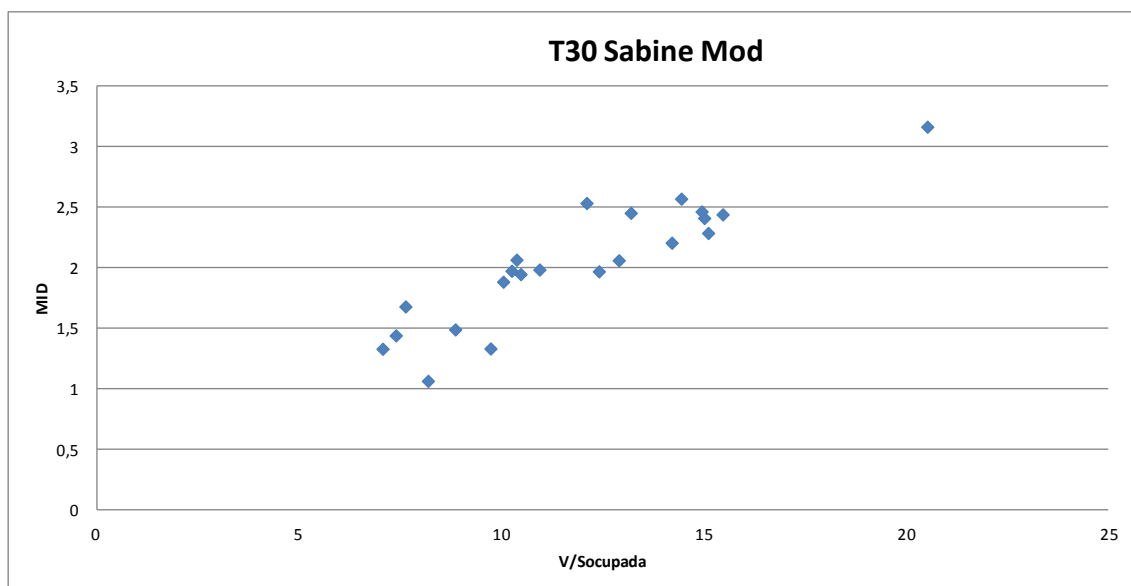
4.2. 2. Ejemplos de posibles estudios facilitados en la base de datos

A continuación mostraremos varios ejemplos de análisis y graficas, para hacer ver el potencial de la base de datos.

4.2.2.1 T_{30} en función del volumen y la superficie ocupada

El primero de los ejemplos, será como varían los tiempos de reverberación en función del volumen de la sala partido por la superficie que ocupan tanto el área de audiencia como del área del escenario.

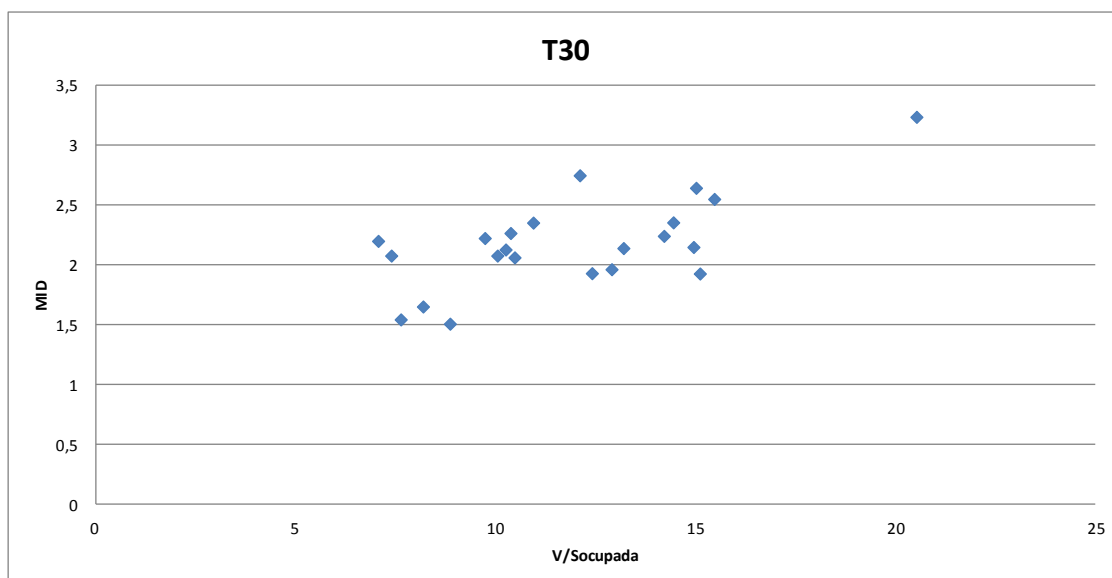
Para ver los resultados, tomaremos dos tiempos de reverberación diferentes, el primero de ellos calculado mediante el “Quick Stimat” T_{30} Sabine Modificada. El segundo será mediante el “Global Stimat”.



[Figura 36: T_{30} SM en función del volumen partido por la superficie ocupada]

Se puede ver claramente la dependencia que tienen los tiempos de reverberación (expresadas en esta grafica como FMID), en función del volumen y del área de butacas y escenario.

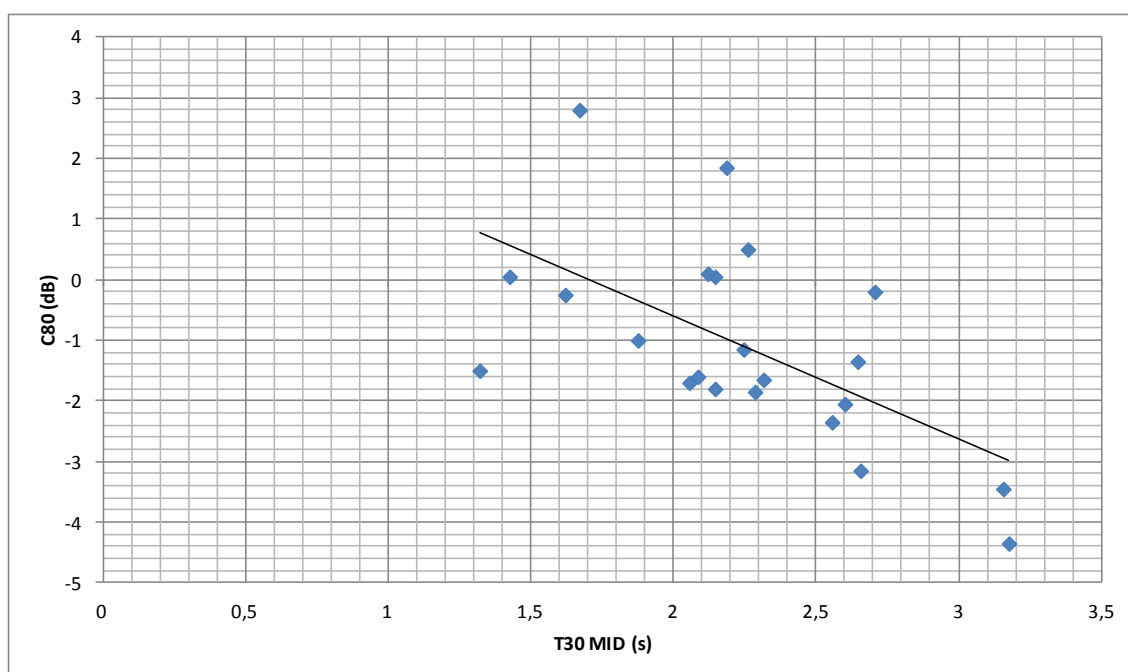
En la siguiente grafica, veremos lo mismo, pero esta vez el tiempo de reverberación ha sido calculado mediante el “Global Stimat”. Veamos las diferencias.



[Figura 37: T_{30} en función del volumen partido por la superficie ocupada]

El resultado es prácticamente idéntico en esta ocasión, pero los puntos están ligeramente más esparcidos, y la tendencia, aunque la misma, no es tan lineal como podíamos apreciar anteriormente.

4.2.2.2. Relación entre el C_{80} y el T_{30}



[Figura 38: T_{30} en función de la claridad musical]

El parámetro C_{80} está altamente relacionado con los tiempos de reverberación. Podemos observar dicha relación en la grafica superior, donde se muestra la relación de las 22

salas simuladas, comparando su claridad, con sus tiempos de reverberación, y se ve claramente como a medida que el valor del T_{30} aumenta, disminuye el valor de la claridad musical.

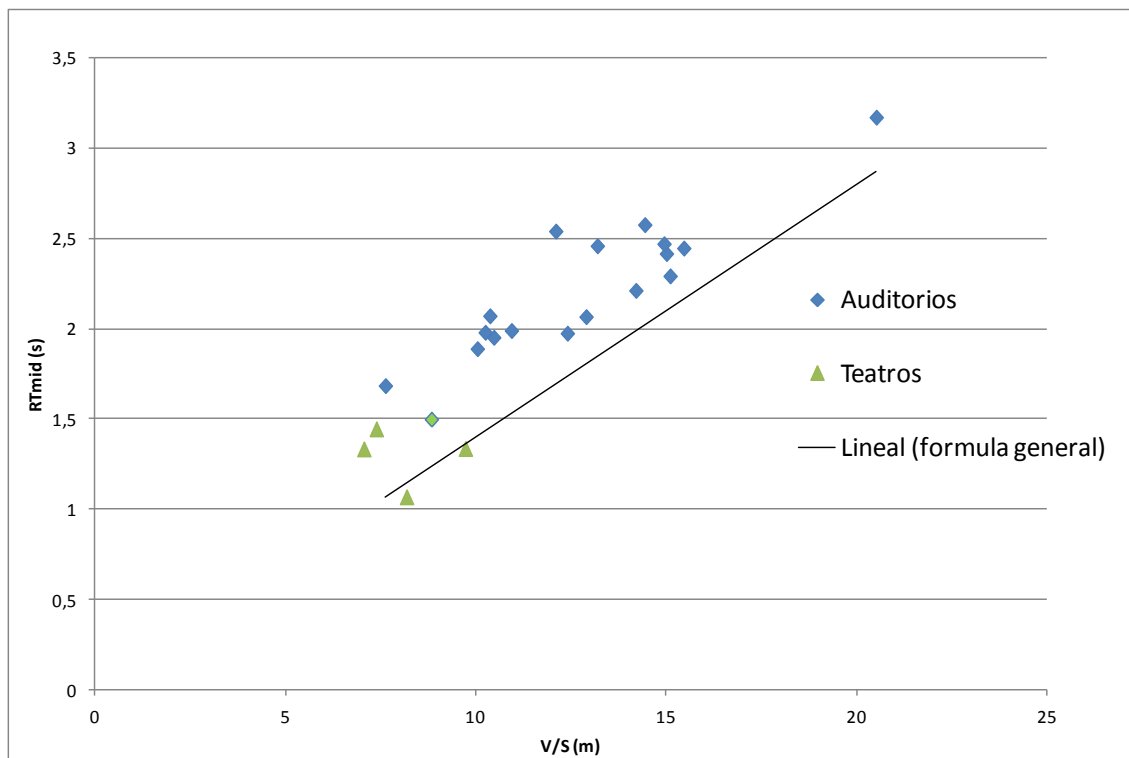
Según L. Beranek, es recomendable tener valores de C_{80} de entre 0 y -4 dB, valores que se cumplen prácticamente en el 100% de nuestras simulaciones.

4.2.2.3. Expresión teórica del RT_{MID}

Como ya vimos en el apartado referente a protocolo de asignación de materiales, existe una simple expresión, que relaciona el volumen total de la sala, con la superficie de la “zona acústica” (escenario y superficie de audiencia), con las que podemos obtener una aproximación del RT_{MID} :

$$RT_{mid}=0.14 V/ S_T$$

A continuación se representa la recta derivada de dicha expresión, con los RT_{mid} simulados:



[Figura 39: RT_{MID} de salas simuladas y recta teórica]

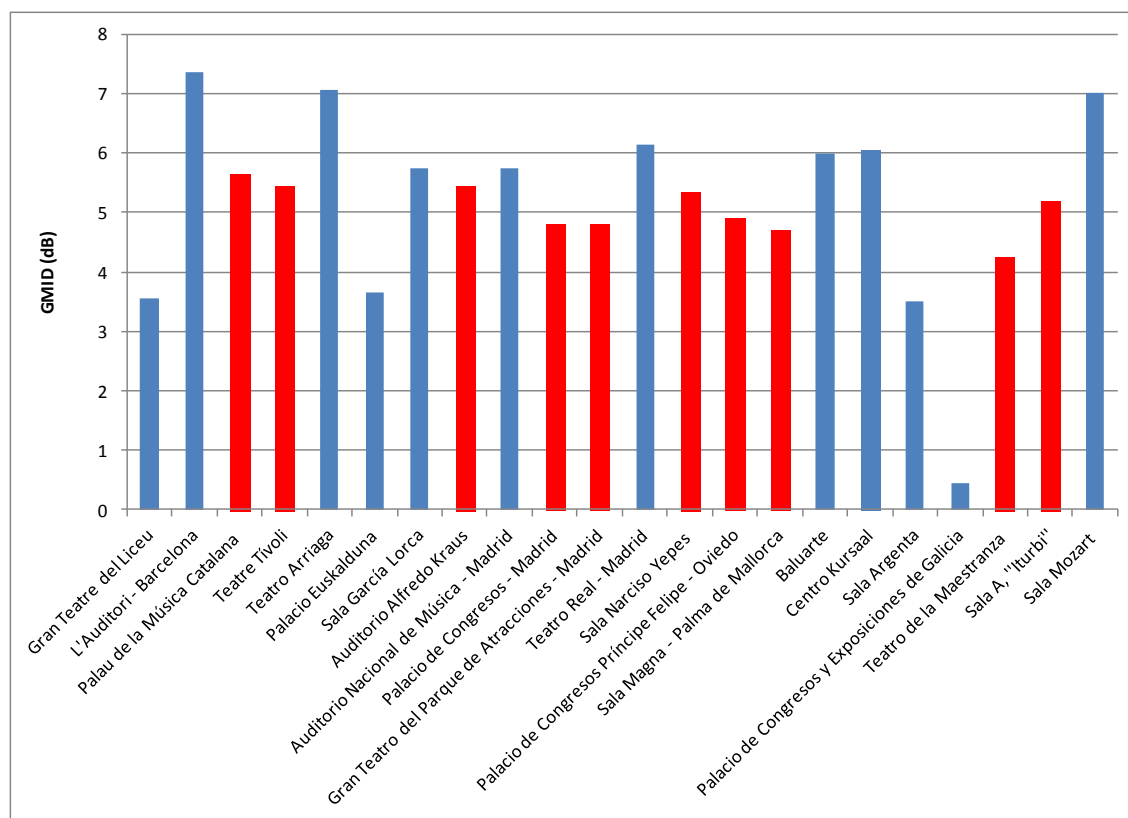
Según se observa en la grafica, la tendencia de los puntos simulados y la recta derivada de la expresión siguen la misma tendencia, pero la mayoría de los puntos resultan tener tiempos de reverberación superiores a los que deberían.

Esto puede verse debido a que los coeficientes de absorción escogidos durante la simulación han sido más bajos de lo que deberían, o que en la relación entre el volumen y la superficie de la zona acústica se han escogido zonas demasiado amplias de audiencia, ya que a la hora de realizar las simplificaciones, uno de los puntos que se tomó en cuenta fue la e simplificar pasillos y zonas de entre audiencia, como si fueran audiencia.

Además, hay que tener en cuenta que esto son datos simulados, y no reales, por lo que es normal que los datos no sean siempre los reales.

4.2.2.4. Sonoridad (G)

Según L. Beranek, los valores adecuados para la sonoridad oscilan entre los 4 y los 5,5 dB. En la siguiente gráfica veremos cuáles de las salas simuladas cumplen con dichos valores:

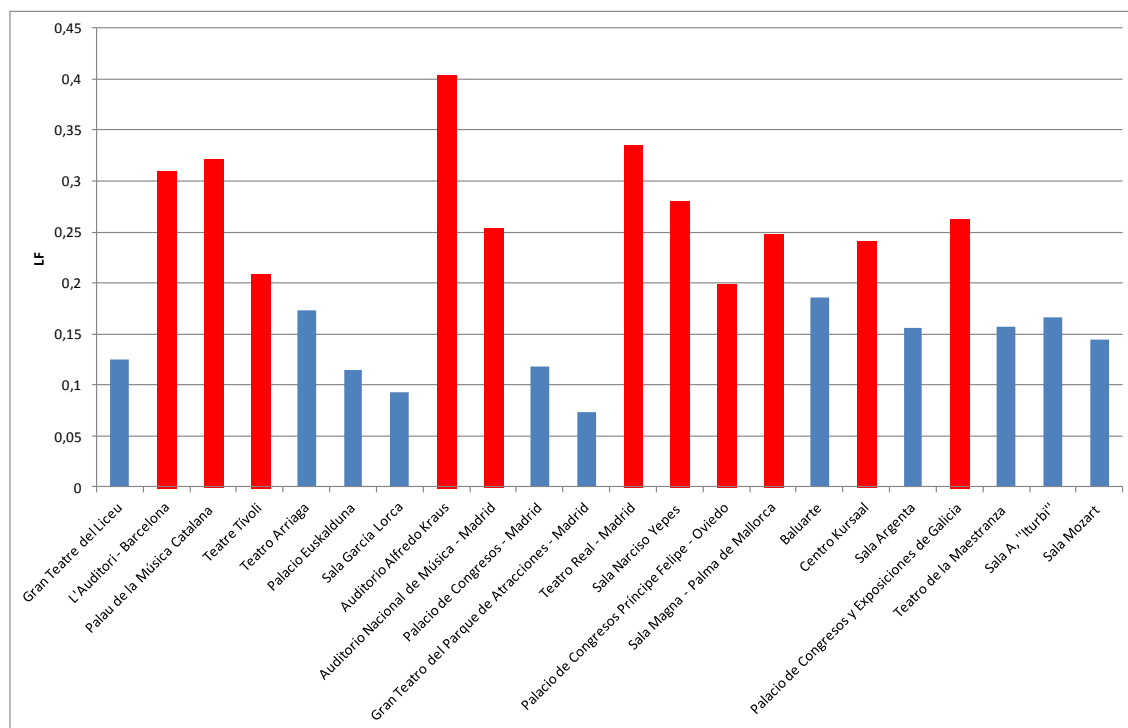


[Figura 40: Sonoridad en las 22 salas simuladas]

Podemos ver en la grafica superior los 22 auditorios simulados. Los de color rojo, son aquellos que cumplen con los valores propuestos por L. Beranek, que son 10 de las 22 salas analizadas. Cabe destacar el bajo valor del Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia.

4.2.2.5. Eficiencia Lateral (LF)

Recordemos que la eficiencia lateral mide el grado de espaciosidad del sonido. El valor recomendado debe ser superior a 0,19.



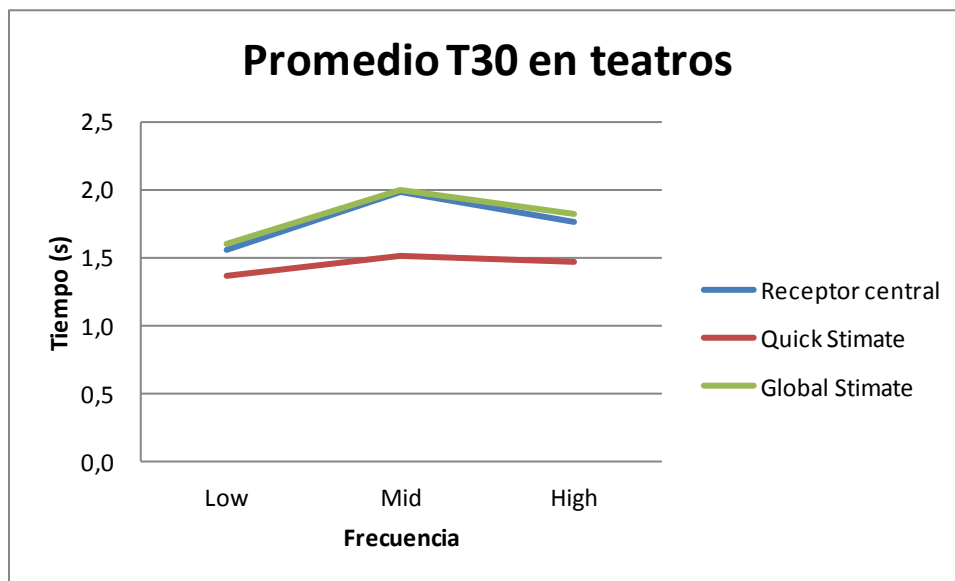
[Figura 41: Eficiencia lateral en las 22 salas simuladas]

Los valores en rojo, son aquellos que cumplen con el valor recomendado. En un extremo tenemos el auditorio Alfredo Kraus, que tiene un valor de 0,4 y en otro extremo tenemos el Gran Teatro del Parque de Atracciones de Madrid, que no llega a 0,1. Esto se debe a que debido a que no llegan reflexiones laterales al oyente, debido a la geometría de dicha sala.

4.2.3. Comparativa de resultados entre diferentes simulaciones realizadas en ODEON

Como ya sabemos, existen tres tipos de simulaciones posibles con las que sacar resultados en ODEON. Ahora veremos que diferencias hay entre ellos, si las hay, o en qué casos se dan diferencias.

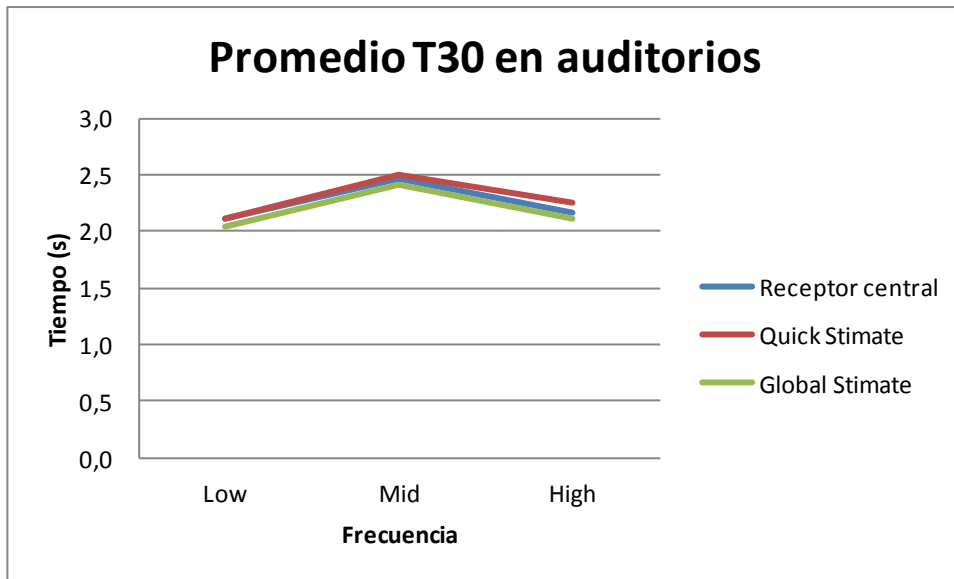
Para ellos, dividiremos la comparativa en dos, por una parte veremos las diferencias en el T_{30} de los teatros, y por otro lado el de los auditorios.



[Figura 42: Promediado del T_{30} en teatros]

Como podemos ver, existe una diferencia reseñable entre los tiempos calculados tanto mediante un receptor central y el “Global Stimate”, y los tiempos calculados por el “Quick Stimate”.

Como ya se explico en el apartado de simulaciones, los cálculos en “Quick Stimate” se realizan en función de las superficies que se tienen (entre otras cosas) en la sala. Debido a que a la hora de diseñar un teatro, por su estructura, se crean más superficies de lo normal, ODEON entiende que hay más superficies absorbentes de las que realmente actúan, por lo que da valores menores de los reales.



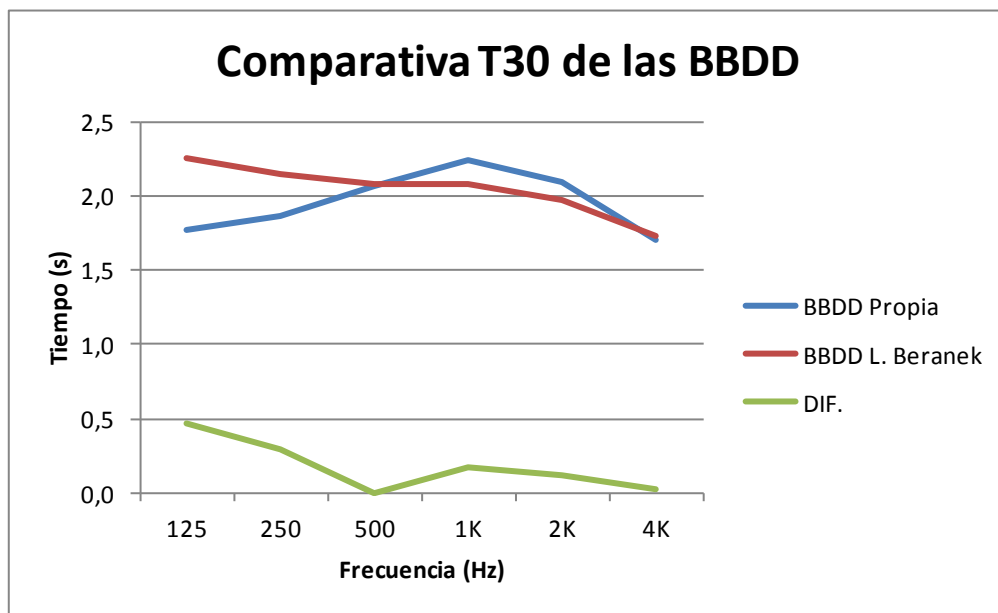
[Figura 43: Promediado del T_{30} en auditorios]

A diferencia de lo ocurrido con las simulaciones en teatros, en este caso los valores conseguidos de una u otra manera son prácticamente los mismos. Está claro que cuanto más compleja es una sala, más necesario se hace el uso del “Global Stimate” o de la simulación mediante receptor central.

4.2.4. Comparativa de datos entre nuestra base de datos, y la base de datos creada por L. Beranek.

En este proyecto, se han incluido los datos que L. Beranek recopiló en su libro “Concert and Opera Halls: How they Sound”. Dicha base de datos no está completa del todo, ya que no hay datos de todos los parámetros para todos los auditorios que analiza.

Si que están todos los datos del T_{30} por lo que será el único parámetro que comparemos con los nuestros.



[Figura 44: Comparativa T_{30} de las BBDD]

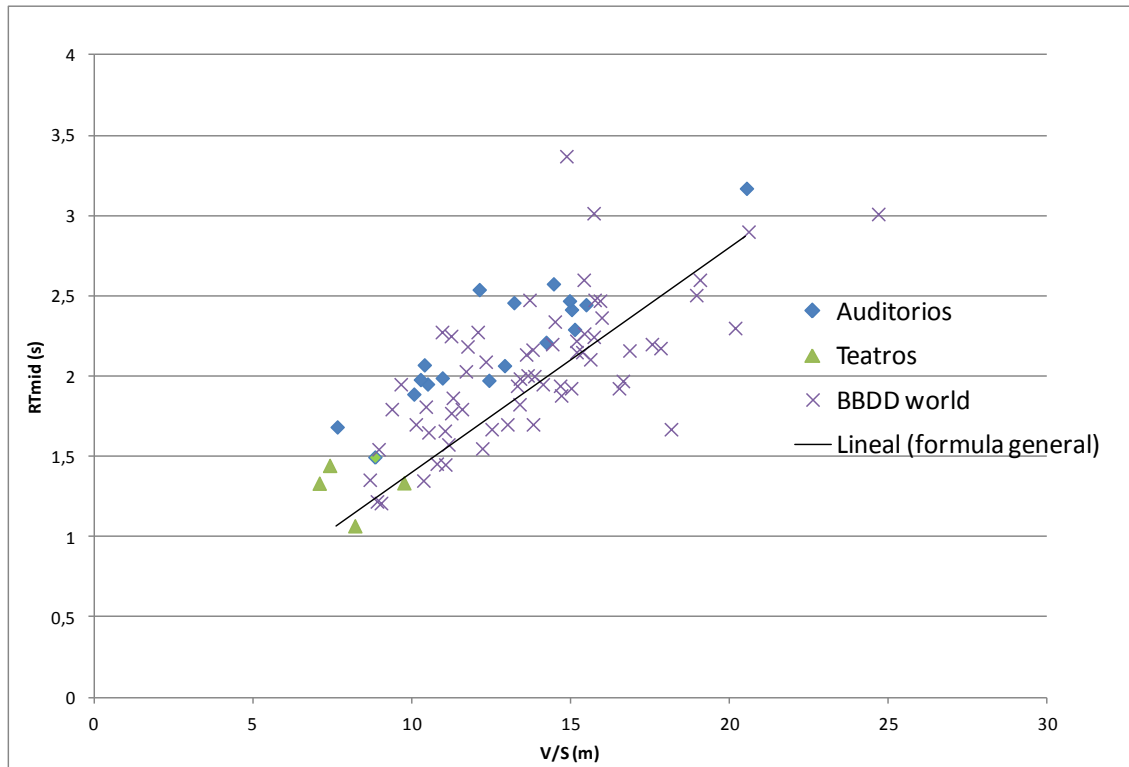
Para que los resultados tengan algún tipo de criterio, se han escogido entre todos los auditorios de la base de datos de L. Beranek, solamente aquellos que tenían un aforo de entre 1500 y 2500, que son el aforo que tienen los auditorios y teatros simulados.

Podemos ver que los resultados de una y otra base de datos, no distan mucho entre sí, aunque sí que hay una mayor diferencia a bajas frecuencias.

Es una lástima que no se tengan todos los datos del resto de parámetros, pero es evidente que en el año de publicación del libro (publicado en 1996) los medios de los que se disponían, y que evidentemente, es mucho más sencillo y rápido una simulación mediante un software acústico.

Al igual que hicimos con las salas simuladas, veamos cómo se comportan las salas de la base de datos de L. Beranek con respecto a la recta:

$$RT_{\text{mid}} = 0.14 V / S_T$$



[Figura 45: RT_{MID} de salas simuladas, BBDD world y recta teórica]

Como podemos observar, los puntos referentes a la base de datos mundial de L. Beranek, cumple bastante eficazmente con la recta teórica del RT_{MID} . También podemos ver que las salas simuladas, se encuentran en el rango de las salas de dicha base de datos, por lo que podemos decir que los resultados han sido buenos.



5. Conclusiones

1. Se han digitalizado en 3D y se han simulado posteriormente 22 auditorios y teatros españoles.
2. Se ha creado una herramienta para facilitar el análisis de una base de datos de más de 3000 datos.
3. Se ha creado una guía de modelado 3D de grandes auditorios, donde se han tenido en cuenta los siguientes puntos: Coordenadas, tamaños de superficies, como realizar superficies curvas, que objetos modelar, numero de superficies a modelar, herramientas de Google SketchUp, y cómo acceder a la página mirem.es.
4. Se ha realizado un protocolo de asignación de materiales. Para ello se ha utilizado la información proporcionada en el libro de L. Beranek “Concert and opera halls: How they sound”
5. Se ha realizado un protocolo de asignación de coeficientes de difusión. Se basa en los coeficientes que ODEON recomienda en su manual.
6. Se han realizado 4 tipos diferentes de análisis.
 - 6.1. Se ha realizado una comparativa de resultados simulados con datos reales medidos in situ, donde las tendencias de las líneas que muestran los tiempos de reverberación para las salas simuladas son más suaves y lineales que las líneas que representan los datos reales.
 - 6.2. Se han realizado ejemplos de posibles estudios facilitados en la base de datos.
 - 6.2.1. Existe una clara dependencia del los tiempos de reverberación en función del volumen y del área de de la denominada zona acústica.
 - 6.2.2. La claridad musical (C80) disminuye conforme aumenta el T_{30} .
 - 6.2.3. A excepción de 4 auditorios, el resto cumple con los valores recomendados de C80.
 - 6.2.4. La tendencia de los puntos simulados y la recta derivada de la expresión teórica del RT_{MID} son similares (siguen la misma tendencia), pero la mayoría de los puntos resultan tener tiempos de reverberación superiores.
 - 6.3. Se ha realizado una comparativa de resultados entre diferentes simulaciones realizadas en ODEON, “Quick Stimat”, “Global Stimat” y mediante un receptor central.



6.3.1. A la hora de simular teatros, existe una diferencia reseñable entre los tiempos calculados tanto mediante un receptor central y el “Global Stimate”, y los tiempos calculados por el “Quick Stimate”.

6.4. Se ha realizado una comparativa de datos entre las dos bases de datos. Los puntos referentes a la base de datos mundial de L. Beranek, cumplen con la recta teórica del RT_{MID} , y se demuestra que los puntos de nuestras salas están en el mismo rango.



6. Bibliografía

- Diseño acústico de espacios arquitectónicos. Antoni Carrión Isbert.
- Concert and opera halls: How they Sound. Leo Beranek.
- ODEON room acoustics software. User manual. Version 11.



7. Apéndices

BBDD_SPAIN

Detalles Técnicos

NOMBRE - Localización

- 1 Gran Teatre del Liceu - Gran Teatre del Liceu - Barcelona
- 2 Sala Sinfónica - L'Auditori - Barcelona
- 3 Palau de la Música Catalana - Palau de la Música Catalana - Barcelona
- 4 Teatre Tívoli - Teatre Tívoli - Barcelona
- 5 Teatre Novedades - Teatre Novedades - Barcelona
- 6 Teatro Arriaga - Teatro Arriaga - Bilbao
- 7 Auditorio - Palacio Euskalduna de Congresos y de la Música - Bilbao
- 8 Sala García Lorca - Palacio de Exposiciones y Congresos - Granada
- 9 Sala Sinfónica - Auditorio Alfredo Kraus - Las Palmas de Gran Canaria
- 10 Sala Sinfónica - Auditorio Nacional de Música - Madrid
- 11 Auditorio - Palacio de Congresos - Madrid
- 12 Gran Teatro - Gran Teatro del Parque de Atracciones - Madrid
- 13 Teatro Real - Teatro Real - Madrid
- 14 Sala Narciso Yepes - Auditorio y Centro de Congresos Víctor Villegas - Murcia
- 15 Sala Principal - Auditorio-Palacio de Congresos Príncipe Felipe - Oviedo
- 16 Sala Magna - Auditorium de Palma de Mallorca - Palma de Mallorca
- 17 Sala Principal - Baluarte. Palacio de Congresos y Audit. de Navarra - Pamplona
- 18 Auditorio del Parque de San Francisco - Auditorio del Parque de San Francisco - Puerto de la Cruz
- 19 Auditorio - Centro Kursaal - San Sebastián/Donostia
- 20 Sala Argenta - Palacio de Festivales de Cantabria - Santander
- 21 Sala Santiago - Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia - Santiago de Compostela
- 22 Teatro de la Maestranza - Teatro de la Maestranza - Sevilla
- 23 Sala A, "Iturbi" - Palau de la Música i Congressos de Valencia - Valencia
- 24 Sala Mozart - Auditorio-Palacio de Congresos - Zaragoza

N Aforo	V Volumen (m³)	S _A S _{audiencia} (m²)	S _o S _{escenario} (m²)	D D(máx)	Sala		
					H H(altura)	W W(anchura)	L L(longitud)
2321	12997	1390	198	27	37,08	23,82	18,36
2203	21733	1277	252,7	40	55,59	35,71	20,34
2138	13504	1343	181,5	40	53,16	23,93	17,47
1640	9401	1008	264	35	47,9	23,1	16,2
1678							
1502	8405	999	191	21,15	36	24,39	13,39
2165	29271	1631	319	43	60,9	33,8	25,1
1999	13805	1037	225	31	42,1	54,2	11,4
1646	18701	1044	251	41,01	18,98	35,16	55,24
2324	28743	1777	146	42	65,4	31,1	28
1909	16279	1101	211	38	46,9	54,4	16,6
2533	15226	1509	487	39	45,8	82,3	11,4
1742	16093	1423	231	37	44,9	30,12	26,2
1838	14159	1081	284	32	48,9	52,1	18
2100	15606	1162	328	37,6	47,7	48,7	19,4
1739	12614	923	333	35	43,29	24,9	21
1568	16799	961	151	45	29,7	52,9	19
2000							
1806	14779	813	307	38,9	55,5	27,6	18,2
1642	34579	1316	369	44,5	68,2	41,5	29,8
1580	26210	2157	400	48	72,42	36,9	13,05
1800	20285	1098	578	38,9	60,2	44,6	14,4
1790	18791	1005	210	29,3	50,6	37	17
1992	23245	1593	209	38	59	46	20,2

----	Escenario			Magnitud		
	SH	SW	SD	Socupada		
	SH(altura)	SW(anchura)	SD(profundidad)	Sa+So	V/N	V/SA
DRC dist_rec_cent						
20,01	10	13,67	14,37	1588	5,599741	9,35036
15	14,58	18,64	18,92	1529,7	9,865184	17,01879
21	13,6	12,3	14,9	1524,5	6,316183	10,0551
21,5	7,5	11,9	14,6	1272	5,732317	9,326389
16,03	10	12,6	14,3	1190	5,595872	8,413413
22,51	13,3	16,61	17	1950	13,52009	17,94666
18,06	6,88	18	10	1262	6,905953	13,31244
20,06	9,02	20	15,87	1295	11,36148	17,91284
17,5	22	22	14,5	1923	12,3679	16,17501
19,06	9,1	22	9,9	1312	8,527501	14,78565
25,14	10,6	33	17,5	1996	6,011054	10,09013
20	13,2	19,4	12,7	1654	9,238232	11,30921
20	8,8	18,4	17,5	1365	7,703482	13,09806
19	11,6	20	15	1490	7,431429	13,43029
21,6	8,75	19	16,6	1256	7,253594	13,66631
22,5	12,3	20	8,9	1112	10,71365	17,48075
22,6	8,7	18,2	19	1120	8,183278	18,17835
20,1	11	16	25	1685	21,05907	26,27584
27	11,6	31	12	2557	16,58861	12,15114
24,6	9,3	17,7	22,9	1676	11,26944	18,4745
17,5	15,9	18,5	12,6	1215	10,49777	18,69751
15,07	15,8	17,8	12,3	1802	11,66918	14,59196

des técnicas derivadas				MODELIZACIÓN		
V/Socupada	SA/N	H/W	L/W	número Superficies n	número vértices v	Stotal Stotal
8,18450882	0,59888	1,556675	0,770781	664	1449	5121
14,2073609	0,579664	1,556707	0,569588	231	578	7018
8,85798622	0,628157	2,221479	0,730046	144	377	5754
7,39072327	0,614634	2,073593	0,701299	252	681	4122
7,06302521	0,665113	1,476015	0,548995	430	877	4393
15,0107692	0,753349	1,801775	0,742604	290	675	9548
10,9389857	0,518759	0,776753	0,210332	70	196	4948
14,4409266	0,634265	0,539818	1,571104	173	400	5564
14,9469579	0,76463	2,102894	0,900322	171	448	6990
12,4077744	0,576742	0,862132	0,305147	75	165	5826
7,62825651	0,595736	0,556501	0,138518	155	343	6110
9,72974607	0,816877	1,490704	0,869854	687	1506	6131
10,3728938	0,588139	0,93858	0,345489	183	377	4738
10,4738255	0,553333	0,979466	0,398357	121	284	4785
10,0429936	0,530765	1,738554	0,843373	166	376	4692
15,1070144	0,612883	0,561437	0,359168	102	270	4850
13,1955357	0,450166	2,01087	0,65942	99	332	5092
20,5216617	0,801462	1,643373	0,718072	180	413	9372
10,2502933	1,36519	1,962602	0,353659	56	162	7432
12,103222	0,61	1,349776	0,32287	79	231	6365
15,4658436	0,561453	1,367568	0,459459	154	343	5461
12,899556	0,799699	1,282609	0,43913	256	505	6517

Camino Libre medio		
lcalc		lest
8,14		10,15192
12,92		12,387
9,34		9,387556
8,83		9,122756
7,08		7,653084
12,53		12,26267
11,17		11,16006
13,52		13,44428
16,54		16,44807
11,2		11,17679
10		9,967921
8,93		10,49943
11,95		11,95357
12,67		13,04577
10,78		10,75362
13,87		13,85485
11,65		11,60958
14,31		14,75843
14,14		14,10657
12,75		12,74784
13,8		13,76378
14,27		14,2673

BBDD_SPAIN

Ps Sim Ocupado

NOMBRE - Localización

- 1 Gran Teatre del Liceu - Gran Teatre del Liceu - Barcelona
- 2 Sala Sinfónica - L'Auditori - Barcelona
- 3 Palau de la Música Catalana - Palau de la Música Catalana - Barcelona
- 4 Teatre Tívoli - Teatre Tívoli - Barcelona
- 5 Teatre Novedades - Teatre Novedades - Barcelona
- 6 Teatro Arriaga - Teatro Arriaga - Bilbao
- 7 Auditorio - Palacio Euskalduna de Congresos y de la Música - Bilbao
- 8 Sala García Lorca - Palacio de Exposiciones y Congresos - Granada
- 9 Sala Sinfónica - Auditorio Alfredo Kraus - Las Palmas de Gran Canaria
- 10 Sala Sinfónica - Auditorio Nacional de Música - Madrid
- 11 Auditorio - Palacio de Congresos - Madrid
- 12 Gran Teatro - Gran Teatro del Parque de Atracciones - Madrid
- 13 Teatro Real - Teatro Real - Madrid
- 14 Sala Narciso Yepes - Auditorio y Centro de Congresos Víctor Villegas - Murcia
- 15 Sala Principal - Auditorio-Palacio de Congresos Príncipe Felipe - Oviedo
- 16 Sala Magna - Auditorium de Palma de Mallorca - Palma de Mallorca
- 17 Sala Principal - Baluarte. Palacio de Congresos y Audit. de Navarra - Pamplona
- 18 Auditorio del Parque de San Francisco - Auditorio del Parque de San Francisco - Puerto de la Cruz
- 19 Auditorio - Centro Kursaal - San Sebastián/Donostia
- 20 Sala Argenta - Palacio de Festivales de Cantabria - Santander
- 21 Sala Santiago - Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia - Santiago de Compostela
- 22 Teatro de la Maestranza - Teatro de la Maestranza - Sevilla
- 23 Sala A, "Iturbí" - Palau de la Música i Congressos de Valencia - Valencia
- 24 Sala Mozart - Auditorio-Palacio de Congresos - Zaragoza

T30								T20							
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	
1,56	1,6	1,66	1,71	1,53	1,38	1,23	0,8	1,64	1,73	1,8	1,71	1,6	1,47	1,28	
1,86	1,91	2,06	2,64	2,77	2,55	1,89	0,87	1,8	1,87	2	2,39	2,7	2,27	1,59	
1,08	1,12	1,24	1,32	1,32	1,25	1,1	0,85	1,2	1,21	1,31	1,39	1,39	1,34	1,26	
1,26	1,32	1,47	1,96	2,33	2,17	1,68	0,89	1,29	1,39	1,49	1,69	2,11	1,88	1,52	
1,25	1,28	1,53	2,05	2,47	2,23	1,75	0,92	1,5	1,49	1,52	1,94	2,31	2,07	1,63	
1,91	1,96	2,13	2,5	2,81	2,61	2,02	1,06	1,87	1,93	2,15	2,48	2,77	2,52	1,98	
2,02	2,04	2,24	2,5	2,61	2,5	2,07	0,99	1,87	1,9	2,18	2,61	2,87	2,62	1,97	
1,72	1,8	1,96	2,2	2,29	2,15	1,71	0,95	1,67	1,74	1,85	2,11	2,24	2,05	1,65	
1,96	2,19	2,2	2,2	2,17	1,98	1,64	0,89	1,98	2,14	2,14	2,21	2,22	2,07	1,65	
1,48	1,52	1,63	1,93	2,18	2,01	1,65	0,91	1,47	1,53	1,62	1,85	2,07	1,88	1,57	
1,7	1,74	1,53	1,44	1,41	1,37	1,27	0,87	1,97	1,98	1,88	1,73	1,63	1,57	1,4	
1,68	1,69	1,83	2,06	2,18	2,06	1,68	0,93	1,65	1,66	1,85	2,06	2,15	2,07	1,67	
1,59	1,7	1,83	2,15	3,05	2,41	1,79	0,98	1,68	1,8	1,92	2,13	2,35	2,18	1,84	
1,95	2,05	2,12	2,11	2,18	2,02	1,59	0,91	1,77	1,85	1,9	2,01	2,09	1,97	1,66	
1,45	1,54	1,68	1,93	2,24	2,08	1,72	0,92	1,41	1,48	1,59	1,92	2,23	2,05	1,62	
1,71	1,8	1,79	1,85	1,9	1,78	1,47	0,89	1,76	1,85	1,83	1,83	1,87	1,76	1,52	
1,76	1,82	2,02	2,23	2,34	2,17	1,75	0,92	1,7	1,77	1,9	2,16	2,33	2,1	1,65	
2,06	2,26	2,44	2,92	3,43	3,03	2,25	1,11	2,1	2,24	2,43	2,84	3,24	2,92	2,23	
2,15	2,23	2,29	2,32	2,31	2,14	1,96	0,82	1,88	1,9	1,97	2,68	2,72	2,57	1,58	
1,88	1,9	2,08	2,45	2,84	2,51	2,01	0,98	1,82	1,86	2,17	2,53	2,8	2,58	1,98	
2,02	2,2	2,75	3,09	3,22	3,09	1,93	1	1,88	2,04	2,19	2,48	3,28	2,3	1,66	
1,5	1,7	1,67	1,67	1,67	1,56	1,39	0,86	1,55	1,71	1,72	1,82	1,87	1,79	1,53	

SIMULACIONES (receptor central)														
8k	EDT								C80					
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k
0,76	1,47	1,51	1,52	1,52	1,38	1,33	1,15	0,78	0	-0,2	-0,2	0	0,8	1
0,9	1,48	1,58	1,6	1,72	1,82	1,66	1,27	0,71	1,5	1,3	1	0,5	0,4	0,9
0,85	1,18	1,23	1,38	1,54	1,7	1,62	1,4	0,89	0,6	0,4	0,1	-0,5	-1,1	-0,8
1,01	1,61	1,62	1,72	2,03	2,17	2,01	1,62	0,71	1,5	1,7	1,7	1	0,9	1,6
0,88	1,14	1,14	1,25	1,5	1,69	1,49	1,21	0,74	2,4	2,7	2,3	1,2	0,9	1
1,07	1,91	1,98	2,17	2,58	2,86	2,61	2,02	1,09	-0,5	-0,8	-1,6	-2,5	-3	-2,6
0,98	1,62	1,74	1,95	2,25	2,46	2,24	1,8	0,96	0,7	0,5	-0,2	-1,5	-2,1	-1,7
0,91	1,63	1,77	1,73	1,74	1,83	1,62	1,29	0,76	0,4	0,2	0,1	-0,3	-0,5	-0,2
0,83	1,43	1,66	1,48	1,55	1,49	1,26	0,97	0,61	3,2	2,9	3,3	2,8	2,5	2,7
0,94	1,71	1,78	1,86	2	2,08	1,94	1,59	0,96	0,6	0,5	0,2	-0,9	-1,4	-1,1
0,77	1,76	1,88	1,62	1,5	1,43	1,34	1,1	0,86	-1,1	-1,3	-0,2	0,4	0,8	1,1
0,9	1,5	1,56	1,66	1,77	1,83	1,66	1,34	0,68	2,2	2,1	1,9	0,9	0,9	1,2
0,93	1,68	1,8	1,91	2,12	2,28	2,12	1,77	0,94	0,5	0,1	-0,5	-1,4	-1,7	-1,2
0,9	1,73	1,78	1,82	1,92	1,97	1,81	1,46	0,87	0,2	0,3	-0,1	-1,1	-1,4	-1
0,94	1,58	1,65	1,72	1,99	2,12	1,97	1,65	0,9	0,9	0,6	0,4	-0,6	-1,1	-0,6
0,83	1,61	1,74	1,67	1,68	1,67	1,53	1,22	0,73	0,1	-0,1	0,2	-0,1	0	0,2
0,91	1,57	1,63	1,74	1,96	2,06	1,9	1,54	0,95	1	1,1	0,4	-1	-1,6	-1,3
1,08	2,08	2,27	2,49	2,92	3,27	2,96	2,26	1,38	-1,5	-2	-2,7	-3,5	-3,9	-3,3
0,81	2	2,01	1,84	1,82	1,81	1,72	1,51	1,07	-0,5	-0,3	0,4	-0,5	-0,8	-0,5
0,98	1,73	1,79	1,92	2,21	2,42	2,17	1,7	0,89	0,9	0,6	0,5	-0,4	-0,8	-0,3
1,08	1,79	1,9	2,11	2,44	2,59	2,45	1,98	1,05	-1,1	-1,4	-1,8	-2,6	-2,9	-2,3
0,76	1,18	1,25	1,23	1,3	1,27	1,12	0,91	0,59	3,7	3	3,3	3,6	3,7	4,2

		G								LF				
4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k
1,7	4,8	3,9	4,2	4,1	3,6	2,4	1,7	0,7	-2,8	0,09	0,1	0,1	0,11	0,12
2	5,4	6,2	6,6	6,6	6,8	6,8	6,5	5,5	2,4	0,27	0,26	0,28	0,3	0,32
-0,1	3,2	4	4,4	5	5	5	4,5	3,3	-0,6	0,26	0,26	0,3	0,31	0,33
2,7	6,8	3,8	4,4	4,3	4,7	4,8	4,3	3,2	-0,3	0,17	0,18	0,18	0,2	0,2
1,8	5	6	6,5	6,4	6,5	6,4	6	5,1	1,8	0,17	0,18	0,17	0,16	0,15
-1,4	2,7	1,4	1,8	2,4	3,1	3,3	2,7	1,2	-3,5	0,08	0,08	0,09	0,11	0,11
-0,6	3,4	3,6	4,1	4,3	4,9	5,2	4,6	3,4	-0,6	0,06	0,06	0,06	0,07	0,08
0,7	3,8	4,4	4,6	4,7	4,9	4,9	4,4	3,3	-0,5	0,35	0,34	0,36	0,4	0,41
3,5	6,2	4,6	4,9	4,9	5,2	5,3	5	4	0,7	0,23	0,23	0,23	0,24	0,26
0	3,7	3,5	3,9	3,8	4,1	4,2	3,7	2,5	-1,3	0,06	0,06	0,07	0,09	0,11
2,1	5,3	6,4	6,5	5,2	4,2	3,6	3,1	1,8	-2,1	0,09	0,09	0,06	0,05	0,06
2,2	5,5	4,7	5,2	5,2	5,6	5,6	5,3	4,2	0,6	0,3	0,32	0,33	0,33	0,33
0	4,1	3,3	3,8	4,1	4,6	4,8	4,4	3,1	-0,8	0,24	0,22	0,25	0,28	0,29
0,1	3,5	3,5	4	4	4,2	4,2	3,7	2,4	-1,5	0,17	0,18	0,17	0,18	0,19
0,3	4	2,9	3,6	3,6	3,8	3,8	3,2	1,9	-2,2	0,18	0,19	0,19	0,23	0,25
1,2	4,2	4,7	5,1	5	5,3	5,2	4,7	3,5	-0,5	0,18	0,19	0,18	0,17	0,18
-0,3	3,2	4,6	5	5	5,3	5,4	4,8	3,5	-0,9	0,2	0,2	0,21	0,23	0,24
-1,8	2,9	1,2	1,7	2,2	2,7	3,1	2,6	1	-3,2	0,12	0,11	0,13	0,16	0,17
0,5	4,3	0,9	1,1	0,3	-0,4	-0,7	-1,2	-2,6	-7	0,19	0,2	0,23	0,26	0,27
0,9	4,9	3,1	3,4	3,4	3,6	3,6	3,1	1,7	-2,5	0,13	0,14	0,13	0,14	0,15
-1,1	3,1	3,5	4,1	4,1	4,4	4,5	3,9	2,6	-1,4	0,09	0,09	0,11	0,15	0,18
5,1	8,5	5,9	6,3	6,4	6,5	6,6	6,3	5,6	3	0,1	0,1	0,11	0,13	0,15

2k	4k	8k
0,12	0,12	0,1
0,33	0,33	0,32
0,33	0,33	0,31
0,19	0,2	0,19
0,15	0,15	0,14
0,11	0,11	0,1
0,09	0,09	0,08
0,41	0,41	0,39
0,28	0,28	0,27
0,12	0,12	0,11
0,07	0,07	0,07
0,33	0,33	0,33
0,29	0,28	0,26
0,2	0,2	0,18
0,26	0,26	0,24
0,18	0,18	0,17
0,24	0,24	0,22
0,17	0,16	0,11
0,28	0,28	0,23
0,15	0,16	0,15
0,19	0,19	0,17
0,17	0,18	0,17

BBDD_SPAIN

Ts Sim Ocupado

NOMBRE - Localización

- 1 Gran Teatre del Liceu - Gran Teatre del Liceu - Barcelona
- 2 Sala Sinfónica - L'Auditori - Barcelona
- 3 Palau de la Música Catalana - Palau de la Música Catalana - Barcelona
- 4 Teatre Tívoli - Teatre Tívoli - Barcelona
- 5 Teatre Novedades - Teatre Novedades - Barcelona
- 6 Teatro Arriaga - Teatro Arriaga - Bilbao
- 7 Auditorio - Palacio Euskalduna de Congresos y de la Música - Bilbao
- 8 Sala García Lorca - Palacio de Exposiciones y Congresos - Granada
- 9 Sala Sinfónica - Auditorio Alfredo Kraus - Las Palmas de Gran Canaria
- 10 Sala Sinfónica - Auditorio Nacional de Música - Madrid
- 11 Auditorio - Palacio de Congresos - Madrid
- 12 Gran Teatro - Gran Teatro del Parque de Atracciones - Madrid
- 13 Teatro Real - Teatro Real - Madrid
- 14 Sala Narciso Yepes - Auditorio y Centro de Congresos Víctor Villegas - Murcia
- 15 Sala Principal - Auditorio-Palacio de Congresos Príncipe Felipe - Oviedo
- 16 Sala Magna - Auditorium de Palma de Mallorca - Palma de Mallorca
- 17 Sala Principal - Baluarte. Palacio de Congresos y Audit. de Navarra - Pamplona
- 18 Auditorio del Parque de San Francisco - Auditorio del Parque de San Francisco - Puerto de la Cruz
- 19 Auditorio - Centro Kursaal - San Sebastián/Donostia
- 20 Sala Argenta - Palacio de Festivales de Cantabria - Santander
- 21 Sala Santiago - Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia - Santiago de Compostela
- 22 Teatro de la Maestranza - Teatro de la Maestranza - Sevilla
- 23 Sala A, "Iturbi" - Palau de la Música i Congressos de Valencia - Valencia
- 24 Sala Mozart - Auditorio-Palacio de Congresos - Zaragoza

T30 Sabine								T30 Sabine mod						
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k
1,04	1,03	1,04	1,03	0,98	0,94	0,86	0,62	1,11	1,1	1,12	1,1	1,03	0,99	0,9
1,85	1,85	2,03	2,24	2,37	2,19	1,77	0,97	1,81	1,81	1,97	2,15	2,27	2,1	1,71
1,23	1,23	1,37	1,44	1,49	1,42	1,23	0,79	1,24	1,24	1,4	1,47	1,52	1,44	1,25
1,17	1,17	1,21	1,24	1,24	1,2	1,07	0,72	1,27	1,27	1,35	1,43	1,45	1,4	1,23
1,1	1,1	1,18	1,27	1,29	1,26	1,13	0,74	1,12	1,11	1,21	1,32	1,35	1,31	1,17
1,84	1,83	2,03	2,27	2,42	2,23	1,8	0,98	1,87	1,86	2,08	2,33	2,5	2,29	1,85
1,53	1,53	1,65	1,79	1,89	1,76	1,49	0,88	1,6	1,59	1,75	1,93	2,05	1,91	1,59
1,91	1,9	2,08	2,28	2,4	2,21	1,79	0,89	2,01	2	2,23	2,49	2,66	2,43	1,93
2,11	2,1	2,21	2,32	2,37	2,19	1,76	0,97	2,17	2,16	2,3	2,43	2,51	2,3	1,83
1,59	1,59	1,74	1,91	2,03	1,89	1,58	0,91	1,59	1,59	1,74	1,92	2,03	1,89	1,58
1,85	1,84	1,75	1,63	1,57	1,51	1,27	0,8	1,96	1,95	1,84	1,71	1,65	1,58	1,32
1,22	1,21	1,25	1,29	1,28	1,24	1,1	0,73	1,24	1,24	1,29	1,34	1,33	1,29	1,14
1,63	1,63	1,74	1,85	1,91	1,79	1,51	0,89	1,72	1,71	1,86	2,03	2,11	1,97	1,63
1,6	1,6	1,68	1,76	1,82	1,7	1,44	0,86	1,68	1,67	1,79	1,91	1,99	1,85	1,55
1,51	1,51	1,64	1,8	1,9	1,78	1,5	0,89	1,53	1,52	1,67	1,83	1,94	1,81	1,53
1,94	1,93	2,1	2,29	2,4	2,21	1,79	0,98	1,91	1,91	2,07	2,24	2,34	2,16	1,75
1,75	1,74	1,95	2,2	2,36	2,18	1,78	0,98	1,81	1,81	2,05	2,35	2,56	2,35	1,89
2,36	2,35	2,65	3,02	3,18	2,9	2,21	1,09	2,37	2,36	2,68	3,07	3,27	2,97	2,25
1,76	1,76	1,82	1,87	1,87	1,76	1,48	0,88	1,82	1,82	1,9	1,97	1,99	1,87	1,55
1,86	1,86	2,06	2,29	2,44	2,24	1,81	0,99	1,93	1,93	2,16	2,45	2,63	2,41	1,92
1,99	1,98	2,18	2,39	2,52	2,31	1,85	1	1,99	1,98	2,17	2,38	2,51	2,3	1,85
1,85	1,84	1,95	2,07	2,13	1,98	1,63	0,93	1,83	1,83	1,93	2,04	2,1	1,95	1,61

JICK ESTIMATE

8k	T30 Eyring								T30 Eyring mod					
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k
0,63	0,86	0,86	0,87	0,86	0,81	0,79	0,73	0,55	0,93	0,93	0,95	0,94	0,87	0,83
0,96	1,58	1,58	1,77	1,99	2,13	1,98	1,65	0,93	1,54	1,54	1,71	1,9	2,03	1,89
0,79	1,04	1,03	1,17	1,25	1,31	1,25	1,11	0,73	1,05	1,04	1,2	1,28	1,34	1,28
0,78	0,98	0,98	1,02	1,06	1,07	1,04	0,95	0,66	1,09	1,08	1,17	1,26	1,28	1,24
0,76	0,95	0,95	1,04	1,13	1,15	1,13	1,03	0,7	0,97	0,97	1,06	1,18	1,21	1,19
1	1,58	1,57	1,78	2,02	2,19	2,03	1,68	0,95	1,6	1,6	1,82	2,09	2,27	2,1
0,92	1,29	1,29	1,42	1,57	1,67	1,57	1,36	0,84	1,36	1,36	1,52	1,71	1,84	1,72
1,02	1,62	1,62	1,8	2,01	2,15	1,99	1,65	0,94	1,72	1,72	1,95	2,23	2,42	2,23
0,99	1,75	1,75	1,87	1,99	2,07	1,92	1,59	0,92	1,82	1,81	1,96	2,11	2,2	2,04
0,91	1,35	1,35	1,51	1,69	1,82	1,7	1,46	0,87	1,35	1,35	1,51	1,69	1,82	1,71
0,82	1,64	1,63	1,54	1,43	1,38	1,33	1,14	0,75	1,75	1,74	1,64	1,51	1,46	1,4
0,75	1,03	1,02	1,07	1,11	1,1	1,08	0,98	0,67	1,05	1,05	1,1	1,16	1,16	1,13
0,93	1,38	1,38	1,49	1,61	1,68	1,59	1,37	0,84	1,46	1,46	1,62	1,79	1,89	1,78
0,9	1,33	1,33	1,42	1,51	1,57	1,48	1,29	0,81	1,41	1,41	1,53	1,66	1,75	1,64
0,9	1,28	1,28	1,42	1,59	1,7	1,6	1,38	0,84	1,3	1,29	1,45	1,62	1,74	1,63
0,97	1,64	1,64	1,82	2,02	2,15	1,99	1,65	0,94	1,62	1,62	1,78	1,97	2,09	1,94
1,01	1,5	1,5	1,71	1,97	2,15	1,99	1,66	0,94	1,57	1,56	1,81	2,13	2,35	2,17
1,1	2,06	2,05	2,36	2,75	2,93	2,7	2,11	1,07	2,07	2,06	2,39	2,8	3,02	2,77
0,9	1,46	1,46	1,52	1,58	1,6	1,52	1,31	0,82	1,52	1,52	1,6	1,69	1,72	1,63
1,02	1,59	1,59	1,8	2,04	2,2	2,04	1,69	0,95	1,66	1,66	1,9	2,2	2,4	2,21
1	1,7	1,69	1,89	2,12	2,27	2,1	1,72	0,96	1,69	1,69	1,89	2,11	2,26	2,09
0,92	1,55	1,54	1,66	1,78	1,86	1,74	1,47	0,88	1,53	1,52	1,63	1,75	1,83	1,71

		GLOBAL ESTIMATE													
		T20								T30					
4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	
0,77	0,57	1,58	1,64	1,71	1,72	1,56	1,47	1,25	0,78	1,58	1,64	1,71	1,73	1,58	
1,58	0,91	1,73	1,81	1,93	2,11	2,23	2,05	1,63	0,9	1,79	1,86	1,99	2,18	2,31	
1,13	0,74	1,11	1,18	1,31	1,4	1,44	1,39	1,2	0,76	1,12	1,19	1,35	1,46	1,56	
1,11	0,74	1,31	1,35	1,49	1,83	2,16	2,01	1,67	0,91	1,31	1,36	1,52	1,89	2,27	
1,08	0,72	1,25	1,28	1,47	1,85	2,2	2,02	1,62	0,89	1,27	1,29	1,52	1,99	2,42	
1,73	0,96	1,79	1,86	2,08	2,45	2,75	2,51	1,97	1,03	1,8	1,87	2,09	2,48	2,81	
1,47	0,87	1,6	1,68	1,87	2,18	2,44	2,24	1,79	0,95	1,67	1,75	1,94	2,23	2,49	
1,81	0,99	1,75	1,85	1,96	2,13	2,25	2,06	1,62	0,88	1,84	1,92	2,08	2,29	2,43	
1,67	0,94	1,92	2,09	2,06	2,11	2,13	1,98	1,58	0,87	1,93	2,09	2,07	2,13	2,18	
1,46	0,87	1,4	1,46	1,56	1,77	1,98	1,83	1,51	0,85	1,41	1,47	1,57	1,81	2,06	
1,2	0,77	1,83	1,89	1,66	1,55	1,49	1,4	1,19	0,76	1,85	1,91	1,69	1,58	1,52	
1,02	0,69	1,67	1,72	1,87	2,11	2,23	2,11	1,71	0,93	1,68	1,72	1,88	2,15	2,31	
1,51	0,89	1,54	1,62	1,79	2,08	2,32	2,15	1,75	0,95	1,55	1,64	1,81	2,13	2,41	
1,4	0,85	1,68	1,74	1,83	2	2,12	1,96	1,6	0,89	1,69	1,75	1,84	2	2,13	
1,41	0,85	1,44	1,51	1,63	1,89	2,15	1,99	1,66	0,94	1,43	1,52	1,64	1,93	2,24	
1,61	0,92	1,69	1,77	1,79	1,86	1,92	1,79	1,48	0,86	1,7	1,79	1,81	1,9	1,96	
1,78	0,98	1,67	1,73	1,83	2,02	2,17	2	1,64	0,92	1,69	1,75	1,85	2,06	2,23	
2,15	1,08	2,06	2,23	2,47	2,92	3,33	2,99	2,29	1,12	2,06	2,23	2,48	2,97	3,52	
1,39	0,85	1,85	1,87	1,85	1,91	1,92	1,79	1,45	0,81	1,97	1,99	2,03	2,13	2,14	
1,8	0,98	1,73	1,78	2	2,42	2,83	2,56	2	1	1,77	1,82	2,06	2,52	2,99	
1,72	0,96	1,85	1,97	2,14	2,39	2,54	2,3	1,81	0,94	1,93	2,03	2,23	2,47	2,64	
1,45	0,87	1,58	1,75	1,77	1,84	1,89	1,75	1,44	0,83	1,66	1,8	1,85	1,94	2	

			EDT								SIMULACIONES			
2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	T ₂			
1,5	1,28	0,79	1,47	1,51	1,52	1,52	1,38	1,33	1,15	0,78	1,64	1,73	1,8	1,71
2,12	1,69	0,91	1,48	1,58	1,6	1,72	1,82	1,66	1,27	0,71	1,8	1,87	2	2,39
1,46	1,22	0,77	1,18	1,23	1,38	1,54	1,7	1,62	1,4	0,89	1,2	1,21	1,31	1,39
2,1	1,72	0,92	1,61	1,62	1,72	2,03	2,17	2,01	1,62	0,71	1,29	1,39	1,49	1,69
2,19	1,73	0,91	1,14	1,14	1,25	1,5	1,69	1,49	1,21	0,74	1,5	1,49	1,52	1,94
2,55	2	1,03	1,91	1,98	2,17	2,58	2,86	2,61	2,02	1,09	1,87	1,93	2,15	2,48
2,28	1,83	0,97	1,62	1,74	1,95	2,25	2,46	2,24	1,8	0,96	1,87	1,9	2,18	2,61
2,2	1,7	0,91	1,63	1,77	1,73	1,74	1,83	1,62	1,29	0,76	1,67	1,74	1,85	2,11
2	1,61	0,89	1,43	1,66	1,48	1,55	1,49	1,26	0,97	0,61	1,98	2,14	2,14	2,21
1,9	1,57	0,87	1,71	1,78	1,86	2	2,08	1,94	1,59	0,96	1,47	1,53	1,62	1,85
1,44	1,22	0,77	1,76	1,88	1,62	1,5	1,43	1,34	1,1	0,86	1,97	1,98	1,88	1,73
2,16	1,73	0,94	1,5	1,56	1,66	1,77	1,83	1,66	1,34	0,68	1,65	1,66	1,85	2,06
2,23	1,79	0,95	1,68	1,8	1,91	2,12	2,28	2,12	1,77	0,94	1,68	1,8	1,92	2,13
1,97	1,63	0,91	1,73	1,78	1,82	1,92	1,97	1,81	1,46	0,87	1,77	1,85	1,9	2,01
2,06	1,7	0,94	1,58	1,65	1,72	1,99	2,12	1,97	1,65	0,9	1,41	1,48	1,59	1,92
1,82	1,49	0,86	1,61	1,74	1,67	1,68	1,67	1,53	1,22	0,73	1,76	1,85	1,83	1,83
2,05	1,66	0,93	1,57	1,63	1,74	1,96	2,06	1,9	1,54	0,95	1,7	1,77	1,9	2,16
3,07	2,31	1,11	2,08	2,27	2,49	2,92	3,27	2,96	2,26	1,38	2,1	2,24	2,43	2,84
1,98	1,54	0,83	2	2,01	1,84	1,82	1,81	1,72	1,51	1,07	1,88	1,9	1,97	2,68
2,68	2,06	1,01	1,73	1,79	1,92	2,21	2,42	2,17	1,7	0,89	1,82	1,86	2,17	2,53
2,39	1,87	0,95	1,79	1,9	2,11	2,44	2,59	2,45	1,98	1,05	1,88	2,04	2,19	2,48
1,85	1,49	0,85	1,18	1,25	1,23	1,3	1,27	1,12	0,91	0,59	1,55	1,71	1,72	1,82

(receptor central)												
20				T30								
1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
1,6	1,47	1,28	0,76	1,56	1,6	1,66	1,71	1,53	1,38	1,23	0,8	
2,7	2,27	1,59	0,9	1,86	1,91	2,06	2,64	2,77	2,55	1,89	0,87	
1,39	1,34	1,26	0,85	1,08	1,12	1,24	1,32	1,32	1,25	1,1	0,85	
2,11	1,88	1,52	1,01	1,26	1,32	1,47	1,96	2,33	2,17	1,68	0,89	
2,31	2,07	1,63	0,88	1,25	1,28	1,53	2,05	2,47	2,23	1,75	0,92	
2,77	2,52	1,98	1,07	1,91	1,96	2,13	2,5	2,81	2,61	2,02	1,06	
2,87	2,62	1,97	0,98	2,02	2,04	2,24	2,5	2,61	2,5	2,07	0,99	
2,24	2,05	1,65	0,91	1,72	1,8	1,96	2,2	2,29	2,15	1,71	0,95	
2,22	2,07	1,65	0,83	1,96	2,19	2,2	2,2	2,17	1,98	1,64	0,89	
2,07	1,88	1,57	0,94	1,48	1,52	1,63	1,93	2,18	2,01	1,65	0,91	
1,63	1,57	1,4	0,77	1,7	1,74	1,53	1,44	1,41	1,37	1,27	0,87	
2,15	2,07	1,67	0,9	1,68	1,69	1,83	2,06	2,18	2,06	1,68	0,93	
2,35	2,18	1,84	0,93	1,59	1,7	1,83	2,15	3,05	2,41	1,79	0,98	
2,09	1,97	1,66	0,9	1,95	2,05	2,12	2,11	2,18	2,02	1,59	0,91	
2,23	2,05	1,62	0,94	1,45	1,54	1,68	1,93	2,24	2,08	1,72	0,92	
1,87	1,76	1,52	0,83	1,71	1,8	1,79	1,85	1,9	1,78	1,47	0,89	
2,33	2,1	1,65	0,91	1,76	1,82	2,02	2,23	2,34	2,17	1,75	0,92	
3,24	2,92	2,23	1,08	2,06	2,26	2,44	2,92	3,43	3,03	2,25	1,11	
2,72	2,57	1,58	0,81	2,15	2,23	2,29	2,32	2,31	2,14	1,96	0,82	
2,8	2,58	1,98	0,98	1,88	1,9	2,08	2,45	2,84	2,51	2,01	0,98	
3,28	2,3	1,66	1,08	2,02	2,2	2,75	3,09	3,22	3,09	1,93	1	
1,87	1,79	1,53	0,76	1,5	1,7	1,67	1,67	1,67	1,56	1,39	0,86	

BBDD_SPAIN

Ps Sim Vacío

NOMBRE - Localización

- 1 Gran Teatre del Liceu - Gran Teatre del Liceu - Barcelona
- 2 Sala Sinfónica - L'Auditori - Barcelona
- 3 Palau de la Música Catalana - Palau de la Música Catalana - Barcelona
- 4 Teatre Tívoli - Teatre Tívoli - Barcelona
- 5 Teatre Novedades - Teatre Novedades - Barcelona
- 6 Teatro Arriaga - Teatro Arriaga - Bilbao
- 7 Auditorio - Palacio Euskalduna de Congresos y de la Música - Bilbao
- 8 Sala García Lorca - Palacio de Exposiciones y Congresos - Granada
- 9 Sala Sinfónica - Auditorio Alfredo Kraus - Las Palmas de Gran Canaria
- 10 Sala Sinfónica - Auditorio Nacional de Música - Madrid
- 11 Auditorio - Palacio de Congresos - Madrid
- 12 Gran Teatro - Gran Teatro del Parque de Atracciones - Madrid
- 13 Teatro Real - Teatro Real - Madrid
- 14 Sala Narciso Yepes - Auditorio y Centro de Congresos Víctor Villegas - Murcia
- 15 Sala Principal - Auditorio-Palacio de Congresos Príncipe Felipe - Oviedo
- 16 Sala Magna - Auditorium de Palma de Mallorca - Palma de Mallorca
- 17 Sala Principal - Baluarte. Palacio de Congresos y Audit. de Navarra - Pamplona
- 18 Auditorio del Parque de San Francisco - Auditorio del Parque de San Francisco - Puerto de la Cruz
- 19 Auditorio - Centro Kursaal - San Sebastián/Donostia
- 20 Sala Argenta - Palacio de Festivales de Cantabria - Santander
- 21 Sala Santiago - Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia - Santiago de Compostela
- 22 Teatro de la Maestranza - Teatro de la Maestranza - Sevilla
- 23 Sala A, "Iturbí" - Palau de la Música i Congressos de Valencia - Valencia
- 24 Sala Mozart - Auditorio-Palacio de Congresos - Zaragoza

T30								T20							
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	
1,62	1,67	1,72	1,79	1,58	1,5	1,38	0,86	1,8	1,87	1,91	1,82	1,66	1,59	1,44	
1,97	2,04	2,16	2,65	2,8	2,58	2,03	0,95	1,94	2	2,1	2,63	2,81	2,55	1,86	
1,14	1,21	1,32	1,4	1,4	1,39	1,28	0,87	1,21	1,27	1,37	1,43	1,42	1,4	1,31	
1,34	1,43	1,55	2	2,39	2,22	1,74	0,92	1,4	1,51	1,56	1,76	2,12	1,95	1,58	
1,3	1,34	1,56	2,05	2,48	2,24	1,78	0,96	1,45	1,44	1,55	1,97	2,33	2,12	1,74	
2,03	2,08	2,25	2,59	2,89	2,72	2,21	1,11	2	2,08	2,3	2,64	2,95	2,75	2,17	
2,05	2,08	2,28	2,51	2,67	2,53	2,11	1,04	1,92	1,98	2,25	2,69	2,93	2,73	2,07	
1,84	1,96	2,09	2,32	2,45	2,32	1,88	1,02	1,78	1,88	1,99	2,24	2,37	2,22	1,83	
2,28	2,52	2,53	2,6	2,65	2,48	1,94	1,01	2,22	2,41	2,36	2,42	2,45	2,33	1,98	
1,59	1,63	1,73	2,01	2,26	2,14	1,75	0,96	1,58	1,64	1,73	1,94	2,14	2,01	1,7	
1,96	2	1,67	1,53	1,47	1,48	1,42	0,9	2,04	2,06	1,93	1,87	1,8	1,79	1,56	
1,8	1,81	1,92	2,24	2,45	2,29	1,84	0,97	1,72	1,74	1,91	2,15	2,25	2,17	1,77	
1,71	1,84	1,92	2,3	3	2,54	1,93	1,04	1,81	1,94	2,03	2,3	2,52	2,42	2,02	
2,11	2,19	2,25	2,25	2,31	2,22	1,87	0,99	1,93	2,03	2,08	2,18	2,29	2,17	1,85	
1,6	1,69	1,75	1,98	2,25	2,11	1,79	0,97	1,53	1,64	1,73	2,01	2,3	2,13	1,76	
1,91	1,99	1,98	2,06	2,12	2,06	1,77	0,98	1,94	2,02	2,01	2,06	2,11	2,05	1,77	
1,87	1,93	2,11	2,33	2,47	2,34	1,91	0,98	1,84	1,9	2,03	2,31	2,49	2,3	1,87	
2,28	2,51	2,68	3,12	3,6	3,25	2,43	1,17	2,26	2,46	2,62	3,04	3,45	3,15	2,4	
2,33	2,37	2,42	2,53	2,54	2,42	1,83	0,9	2,04	2,06	2,08	2,62	2,64	2,46	1,72	
1,92	1,96	2,14	2,57	3,02	2,69	2,09	1,03	1,91	1,97	2,23	2,59	2,85	2,66	2,1	
2,21	2,38	2,77	2,99	3,11	2,96	2,2	1,06	2,05	2,2	2,36	2,75	3,46	2,67	1,93	
1,74	2,04	1,98	1,96	2,01	1,92	1,68	0,98	1,74	1,95	1,89	1,94	1,97	1,96	1,79	

SIMULACIONES (receptor central)															
8k	EDT								C80						
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	
0,82	1,59	1,65	1,64	1,65	1,5	1,49	1,34	0,86	-0,5	-0,8	-0,7	-0,6	0,1	0	
0,97	1,72	1,81	1,82	1,94	2,03	1,94	1,59	0,78	1	0,9	0,5	-0,1	-0,3	0	
0,89	1,25	1,31	1,46	1,64	1,8	1,75	1,54	0,99	-0,1	-0,4	-0,6	-1,2	-1,8	-1,9	
1,01	1,7	1,74	1,86	2,17	2,31	2,24	1,95	0,86	0,6	0,7	0,9	0,1	0	0,3	
0,93	1,23	1,24	1,34	1,6	1,82	1,68	1,39	0,79	1,9	2,2	1,8	0,7	0,3	0,2	
1,12	2,08	2,17	2,36	2,76	3,04	2,84	2,28	1,17	-0,9	-1,2	-1,9	-2,9	-3,4	-3,2	
1,06	1,76	1,89	2,09	2,43	2,65	2,49	2,03	1,02	0,3	0	-0,6	-2	-2,7	-2,4	
1,04	1,94	2,08	2,05	2,06	2,18	2,07	1,63	0,85	-0,3	-0,5	-0,5	-1	-1,3	-1,2	
0,96	1,82	2,08	1,84	1,89	1,85	1,72	1,35	0,64	2,5	2,1	2,7	2	1,7	1,7	
1	1,87	1,94	2,02	2,14	2,24	2,15	1,83	1,04	0	-0,1	-0,3	-1,4	-2	-1,9	
0,84	2,09	2,2	1,8	1,64	1,56	1,48	1,23	0,89	-1,9	-2,1	-0,8	-0,1	0,2	0,2	
0,98	1,65	1,74	1,83	1,94	2	1,91	1,59	0,81	1,6	1,5	1,3	0,1	0,1	0	
0,99	1,82	1,94	2,05	2,26	2,47	2,32	1,96	1,04	0,1	-0,4	-0,9	-1,9	-2,2	-1,9	
0,96	1,9	1,95	1,97	2,11	2,18	2,06	1,71	0,95	-0,2	-0,2	-0,5	-1,6	-2	-1,8	
0,98	1,73	1,81	1,85	2,11	2,25	2,15	1,88	1,02	0,1	-0,2	-0,3	-1,3	-1,9	-1,8	
0,95	1,87	1,99	1,91	1,93	1,94	1,89	1,61	0,84	-0,8	-1	-0,6	-1	-1	-1,1	
1	1,76	1,83	1,92	2,16	2,29	2,18	1,84	1,02	0,6	0,6	0	-1,5	-2,2	-2	
1,17	2,29	2,53	2,72	3,17	3,51	3,27	2,55	1,35	-2	-2,5	-3,2	-4,1	-4,6	-4,2	
0,89	2,22	2,22	2,04	1,99	1,98	1,94	1,75	1,18	-1,4	-1,2	-0,4	-1,5	-1,8	-1,9	
1,02	1,9	1,97	2,05	2,36	2,57	2,39	1,92	1	0,2	-0,1	-0,1	-1,1	-1,6	-1,4	
1,1	1,93	2,06	2,25	2,62	2,78	2,66	2,19	1,18	-1,6	-1,9	-2,3	-3,3	-3,6	-3,3	
0,9	1,28	1,42	1,42	1,56	1,55	1,49	1,22	0,7	2,9	2,3	2,6	2,8	2,8	2,9	

		G								LF				
4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k
0,5	3,7	4,5	4,7	4,6	4,1	3	2,5	1,8	-2,1	0,1	0,1	0,1	0,12	0,13
0,8	4,5	6,7	7	7	7,3	7,4	7,1	6,3	2,9	0,26	0,26	0,27	0,3	0,32
-1,5	2	4,5	5	5,6	5,6	5,7	5,4	4,5	0,2	0,26	0,26	0,29	0,31	0,33
0,9	5,1	4,5	5,2	5	5,4	5,5	5,2	4,4	0,4	0,18	0,18	0,19	0,21	0,21
0,7	4	6,5	7	6,9	7,1	7	6,9	6,2	2,6	0,18	0,19	0,18	0,18	0,17
-2,1	2,3	1,8	2,2	2,8	3,5	3,8	3,3	1,9	-3	0,08	0,08	0,09	0,11	0,12
-1,4	2,7	4,2	4,7	4,9	5,6	5,9	5,5	4,4	0,2	0,06	0,06	0,07	0,09	0,1
-0,5	2,9	4,9	5,1	5,2	5,4	5,5	5,2	4,2	0	0,34	0,33	0,36	0,4	0,41
2,3	5,6	5,1	5,5	5,4	5,7	5,8	5,6	4,7	1,1	0,23	0,23	0,24	0,24	0,26
-1,1	2,8	4,2	4,5	4,4	4,7	4,9	4,6	3,7	-0,5	0,06	0,06	0,07	0,11	0,13
1	4,2	7,4	7,5	6	5,1	4,5	4,2	3,2	-0,9	0,11	0,11	0,08	0,07	0,08
0,6	4,2	5,2	5,7	5,7	6,1	6,2	6	5,1	1,1	0,3	0,32	0,33	0,33	0,34
-0,8	3,5	3,9	4,4	4,6	5,2	5,5	5,2	4,1	-0,2	0,22	0,21	0,24	0,28	0,28
-0,9	2,7	4,1	4,6	4,6	4,9	4,9	4,6	3,6	-0,6	0,18	0,18	0,18	0,19	0,21
-1,2	2,7	3,8	4,4	4,3	4,7	4,7	4,4	3,4	-1,1	0,19	0,19	0,2	0,24	0,26
-0,4	3	5,4	5,7	5,6	6	6	5,7	4,7	0,2	0,19	0,19	0,18	0,18	0,19
-1,2	2,6	5,2	5,5	5,5	6	6,1	5,7	4,6	-0,1	0,2	0,2	0,21	0,24	0,25
-2,8	2,1	1,7	2,2	2,6	3,3	3,7	3,4	2	-2,6	0,11	0,11	0,12	0,15	0,16
-1,3	2,7	1,9	2,1	1,2	0,6	0,3	0,2	-0,9	-5,8	0,19	0,19	0,22	0,25	0,27
-0,4	3,7	3,7	4	3,9	4,2	4,3	3,9	2,8	-1,8	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16
-2,3	2,1	4,2	4,7	4,7	5,1	5,3	5	3,8	-0,6	0,09	0,08	0,11	0,15	0,18
3,6	7,4	6,4	6,8	6,8	6,9	7,1	6,9	6,2	3,3	0,1	0,11	0,11	0,13	0,16

2k	4k	8k
0,14	0,14	0,13
0,33	0,33	0,32
0,34	0,34	0,32
0,21	0,22	0,21
0,17	0,18	0,17
0,12	0,12	0,11
0,11	0,12	0,11
0,41	0,41	0,39
0,28	0,28	0,28
0,15	0,15	0,14
0,09	0,1	0,09
0,33	0,33	0,33
0,28	0,28	0,26
0,22	0,22	0,21
0,27	0,28	0,26
0,2	0,2	0,19
0,25	0,26	0,24
0,16	0,15	0,1
0,28	0,28	0,24
0,17	0,18	0,17
0,2	0,2	0,18
0,18	0,19	0,18

BBDD_SPAIN

Ts Sim Vacío

NOMBRE - Localización

- 1 Gran Teatre del Liceu - Gran Teatre del Liceu - Barcelona
- 2 Sala Sinfónica - L'Auditori - Barcelona
- 3 Palau de la Música Catalana - Palau de la Música Catalana - Barcelona
- 4 Teatre Tívoli - Teatre Tívoli - Barcelona
- 5 Teatre Novedades - Teatre Novedades - Barcelona
- 6 Teatro Arriaga - Teatro Arriaga - Bilbao
- 7 Auditorio - Palacio Euskalduna de Congresos y de la Música - Bilbao
- 8 Sala García Lorca - Palacio de Exposiciones y Congresos - Granada
- 9 Sala Sinfónica - Auditorio Alfredo Kraus - Las Palmas de Gran Canaria
- 10 Sala Sinfónica - Auditorio Nacional de Música - Madrid
- 11 Auditorio - Palacio de Congresos - Madrid
- 12 Gran Teatro - Gran Teatro del Parque de Atracciones - Madrid
- 13 Teatro Real - Teatro Real - Madrid
- 14 Sala Narciso Yepes - Auditorio y Centro de Congresos Víctor Villegas - Murcia
- 15 Sala Principal - Auditorio-Palacio de Congresos Príncipe Felipe - Oviedo
- 16 Sala Magna - Auditorium de Palma de Mallorca - Palma de Mallorca
- 17 Sala Principal - Baluarte. Palacio de Congresos y Audit. de Navarra - Pamplona
- 18 Auditorio del Parque de San Francisco - Auditorio del Parque de San Francisco - Puerto de la Cruz
- 19 Auditorio - Centro Kursaal - San Sebastián/Donostia
- 20 Sala Argenta - Palacio de Festivales de Cantabria - Santander
- 21 Sala Santiago - Palacio de Congresos y Exposiciones de Galicia - Santiago de Compostela
- 22 Teatro de la Maestranza - Teatro de la Maestranza - Sevilla
- 23 Sala A, "Iturbi" - Palau de la Música i Congressos de Valencia - Valencia
- 24 Sala Mozart - Auditorio-Palacio de Congresos - Zaragoza

T30 Sabine								T30 Sabine mod						
63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k
1,18	1,18	1,17	1,17	1,12	1,14	1,09	0,72	1,26	1,25	1,26	1,25	1,18	1,18	1,12
2,01	2	2,2	2,47	2,66	2,54	2,09	1,06	1,98	1,97	2,15	2,39	2,55	2,44	2,03
1,36	1,36	1,51	1,62	1,7	1,69	1,51	0,89	1,37	1,37	1,54	1,65	1,73	1,72	1,54
1,31	1,31	1,35	1,41	1,42	1,45	1,34	0,83	1,41	1,41	1,49	1,61	1,65	1,67	1,51
1,22	1,21	1,3	1,43	1,46	1,5	1,39	0,85	1,23	1,22	1,33	1,48	1,52	1,56	1,44
1,99	1,98	2,2	2,5	2,71	2,58	2,11	1,07	2,01	2,01	2,24	2,56	2,79	2,65	2,15
1,68	1,67	1,81	2	2,13	2,07	1,79	0,98	1,73	1,73	1,9	2,13	2,3	2,22	1,89
2,08	2,07	2,26	2,52	2,7	2,57	2,1	1,07	2,17	2,16	2,41	2,74	2,97	2,8	2,25
2,33	2,32	2,44	2,59	2,69	2,58	2,1	1,07	2,39	2,38	2,52	2,71	2,83	2,7	2,17
1,73	1,72	1,89	2,12	2,28	2,2	1,88	1,01	1,73	1,72	1,89	2,12	2,29	2,21	1,88
2,14	2,13	1,98	1,85	1,8	1,81	1,57	0,91	2,26	2,25	2,08	1,95	1,89	1,89	1,62
1,37	1,37	1,4	1,46	1,46	1,5	1,38	0,84	1,39	1,39	1,44	1,52	1,52	1,55	1,43
1,8	1,8	1,91	2,07	2,16	2,12	1,82	0,99	1,88	1,87	2,03	2,25	2,38	2,31	1,95
1,77	1,77	1,86	1,98	2,07	2,02	1,75	0,97	1,85	1,84	1,97	2,13	2,25	2,18	1,86
1,65	1,64	1,79	2	2,15	2,08	1,8	0,98	1,66	1,66	1,81	2,03	2,19	2,12	1,82
2,11	2,1	2,29	2,54	2,7	2,58	2,11	1,07	2,09	2,08	2,26	2,49	2,64	2,52	2,08
1,88	1,87	2,1	2,41	2,64	2,51	2,08	1,06	1,94	1,93	2,2	2,57	2,84	2,69	2,18
2,52	2,51	2,85	3,3	3,53	3,31	2,53	1,17	2,53	2,52	2,87	3,35	3,61	3,38	2,57
1,98	1,97	2,02	2,11	2,14	2,11	1,81	0,98	2,04	2,03	2,1	2,22	2,27	2,22	1,88
2,02	2,01	2,23	2,52	2,73	2,59	2,12	1,07	2,08	2,07	2,33	2,68	2,93	2,77	2,23
2,16	2,15	2,36	2,64	2,83	2,68	2,17	1,08	2,16	2,15	2,36	2,63	2,82	2,67	2,17
2,04	2,03	2,15	2,31	2,42	2,33	1,95	1,03	2,03	2,02	2,13	2,28	2,38	2,3	1,93

WICK ESTIMATE

8k	T30 Eyring								T30 Eyring mod					
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k
0,74	1,01	1,01	1	1	0,96	0,99	0,97	0,67	1,08	1,08	1,09	1,09	1,01	1,03
1,05	1,74	1,73	1,94	2,22	2,43	2,34	1,98	1,03	1,7	1,7	1,88	2,14	2,32	2,25
0,9	1,16	1,16	1,32	1,43	1,52	1,53	1,41	0,85	1,17	1,17	1,35	1,46	1,55	1,56
0,89	1,13	1,13	1,16	1,23	1,25	1,29	1,23	0,79	1,22	1,22	1,31	1,44	1,49	1,52
0,86	1,07	1,07	1,16	1,29	1,32	1,38	1,31	0,82	1,08	1,08	1,18	1,33	1,39	1,43
1,08	1,73	1,72	1,95	2,26	2,48	2,39	2,01	1,04	1,75	1,74	1,99	2,32	2,57	2,46
1,01	1,44	1,44	1,58	1,78	1,92	1,89	1,68	0,95	1,5	1,49	1,67	1,92	2,1	2,05
1,1	1,79	1,79	1,99	2,26	2,45	2,37	1,99	1,04	1,88	1,88	2,13	2,48	2,73	2,61
1,08	1,98	1,98	2,1	2,27	2,39	2,32	1,96	1,03	2,04	2,03	2,19	2,39	2,54	2,45
1,01	1,49	1,49	1,66	1,9	2,08	2,03	1,77	0,97	1,49	1,49	1,66	1,9	2,08	2,03
0,93	1,93	1,92	1,78	1,65	1,61	1,64	1,46	0,87	2,06	2,05	1,88	1,75	1,7	1,72
0,86	1,18	1,18	1,22	1,28	1,29	1,34	1,27	0,8	1,21	1,2	1,25	1,34	1,35	1,4
1,02	1,55	1,54	1,67	1,84	1,94	1,92	1,7	0,95	1,62	1,62	1,79	2,02	2,16	2,12
1	1,51	1,5	1,59	1,73	1,83	1,81	1,62	0,93	1,58	1,58	1,71	1,89	2,02	1,98
0,99	1,42	1,42	1,57	1,78	1,95	1,91	1,69	0,95	1,43	1,43	1,59	1,82	1,99	1,95
1,06	1,82	1,81	2,01	2,27	2,45	2,37	2	1,04	1,8	1,79	1,97	2,22	2,39	2,31
1,09	1,64	1,63	1,86	2,19	2,43	2,34	1,98	1,03	1,69	1,69	1,96	2,35	2,64	2,52
1,17	2,23	2,22	2,56	3,03	3,29	3,12	2,45	1,15	2,23	2,22	2,58	3,09	3,37	3,19
1,01	1,68	1,67	1,73	1,83	1,88	1,88	1,67	0,94	1,74	1,73	1,81	1,94	2	1,99
1,1	1,75	1,74	1,97	2,27	2,5	2,4	2,02	1,04	1,81	1,8	2,07	2,44	2,71	2,58
1,08	1,87	1,87	2,08	2,38	2,58	2,48	2,07	1,06	1,87	1,86	2,08	2,37	2,57	2,47
1,02	1,74	1,73	1,86	2,03	2,16	2,11	1,83	0,99	1,72	1,72	1,83	2	2,12	2,07

		GLOBAL ESTIMATE													
		T20								T30					
4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	
1	0,69	1,68	1,76	1,81	1,83	1,67	1,61	1,4	0,84	1,67	1,75	1,8	1,81	1,68	
1,92	1,02	1,86	1,96	2,05	2,24	2,35	2,22	1,82	0,97	1,9	1,98	2,08	2,27	2,39	
1,43	0,86	1,19	1,28	1,4	1,48	1,54	1,52	1,36	0,84	1,19	1,28	1,41	1,5	1,57	
1,41	0,86	1,4	1,46	1,57	1,89	2,2	2,07	1,74	0,95	1,41	1,47	1,58	1,93	2,29	
1,35	0,83	1,32	1,36	1,54	1,91	2,26	2,11	1,74	0,94	1,34	1,37	1,58	2,02	2,44	
2,06	1,05	1,92	2	2,23	2,64	2,99	2,75	2,16	1,08	1,93	2,02	2,26	2,69	3,08	
1,79	0,98	1,71	1,79	1,97	2,29	2,53	2,37	1,92	1	1,76	1,84	2,03	2,33	2,57	
2,15	1,08	1,91	2,03	2,12	2,31	2,46	2,3	1,87	0,98	1,99	2,08	2,23	2,45	2,6	
2,04	1,05	2,17	2,36	2,29	2,34	2,39	2,29	1,9	0,99	2,18	2,36	2,3	2,38	2,42	
1,78	0,98	1,53	1,61	1,68	1,89	2,08	1,97	1,67	0,93	1,54	1,62	1,69	1,9	2,15	
1,52	0,89	2,08	2,13	1,79	1,65	1,6	1,55	1,34	0,82	2,07	2,13	1,81	1,66	1,6	
1,32	0,82	1,78	1,84	1,97	2,22	2,36	2,27	1,88	0,98	1,78	1,84	1,98	2,25	2,39	
1,84	0,99	1,62	1,75	1,89	2,17	2,41	2,28	1,87	1	1,63	1,76	1,91	2,23	2,49	
1,74	0,96	1,82	1,9	1,98	2,16	2,29	2,18	1,79	0,96	1,82	1,9	1,98	2,16	2,29	
1,72	0,96	1,58	1,67	1,76	2,02	2,28	2,13	1,8	0,99	1,57	1,67	1,76	2,04	2,33	
1,96	1,03	1,89	1,99	1,99	2,08	2,16	2,08	1,76	0,95	1,9	2	2	2,11	2,18	
2,09	1,06	1,81	1,87	1,96	2,19	2,37	2,23	1,85	1	1,82	1,88	1,99	2,23	2,42	
2,48	1,16	2,23	2,44	2,66	3,13	3,56	3,25	2,48	1,17	2,24	2,45	2,67	3,2	3,77	
1,75	0,97	2,06	2,08	2,03	2,09	2,1	1,99	1,65	0,91	2,12	2,14	2,14	2,24	2,24	
2,13	1,07	1,85	1,92	2,11	2,5	2,89	2,65	2,1	1,05	1,88	1,94	2,14	2,57	3,03	
2,06	1,06	1,98	2,13	2,3	2,57	2,76	2,57	2,03	1,03	2,03	2,17	2,36	2,64	2,85	
1,8	0,98	1,76	1,96	1,96	2,04	2,1	2,03	1,7	0,94	1,82	1,99	2,02	2,11	2,18	

			EDT								SIMULACIONES			
2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500
1,64	1,42	0,85	1,59	1,65	1,64	1,65	1,5	1,49	1,34	0,86	1,8	1,87	1,91	1,82
2,26	1,85	0,98	1,72	1,81	1,82	1,94	2,03	1,94	1,59	0,78	1,94	2	2,1	2,63
1,55	1,37	0,84	1,25	1,31	1,46	1,64	1,8	1,75	1,54	0,99	1,21	1,27	1,37	1,43
2,14	1,78	0,95	1,7	1,74	1,86	2,17	2,31	2,24	1,95	0,86	1,4	1,51	1,56	1,76
2,23	1,81	0,95	1,23	1,24	1,34	1,6	1,82	1,68	1,39	0,79	1,45	1,44	1,55	1,97
2,83	2,18	1,08	2,08	2,17	2,36	2,76	3,04	2,84	2,28	1,17	2	2,08	2,3	2,64
2,39	1,94	1,01	1,76	1,89	2,09	2,43	2,65	2,49	2,03	1,02	1,92	1,98	2,25	2,69
2,42	1,93	0,99	1,94	2,08	2,05	2,06	2,18	2,07	1,63	0,85	1,78	1,88	1,99	2,24
2,32	1,9	1	1,82	2,08	1,84	1,89	1,85	1,72	1,35	0,64	2,22	2,41	2,36	2,42
2,02	1,7	0,93	1,87	1,94	2,02	2,14	2,24	2,15	1,83	1,04	1,58	1,64	1,73	1,94
1,57	1,35	0,83	2,09	2,2	1,8	1,64	1,56	1,48	1,23	0,89	2,04	2,06	1,93	1,87
2,29	1,89	1	1,65	1,74	1,83	1,94	2	1,91	1,59	0,81	1,72	1,74	1,91	2,15
2,33	1,9	1	1,82	1,94	2,05	2,26	2,47	2,32	1,96	1,04	1,81	1,94	2,03	2,3
2,18	1,8	0,97	1,9	1,95	1,97	2,11	2,18	2,06	1,71	0,95	1,93	2,03	2,08	2,18
2,17	1,82	0,98	1,73	1,81	1,85	2,11	2,25	2,15	1,88	1,02	1,53	1,64	1,73	2,01
2,1	1,77	0,96	1,87	1,99	1,91	1,93	1,94	1,89	1,61	0,84	1,94	2,02	2,01	2,06
2,29	1,88	1	1,76	1,83	1,92	2,16	2,29	2,18	1,84	1,02	1,84	1,9	2,03	2,31
3,35	2,5	1,16	2,29	2,53	2,72	3,17	3,51	3,27	2,55	1,35	2,26	2,46	2,62	3,04
2,11	1,7	0,92	2,22	2,22	2,04	1,99	1,98	1,94	1,75	1,18	2,04	2,06	2,08	2,62
2,74	2,14	1,06	1,9	1,97	2,05	2,36	2,57	2,39	1,92	1	1,91	1,97	2,23	2,59
2,63	2,08	1,03	1,93	2,06	2,25	2,62	2,78	2,66	2,19	1,18	2,05	2,2	2,36	2,75
2,07	1,73	0,95	1,28	1,42	1,42	1,56	1,55	1,49	1,22	0,7	1,74	1,95	1,89	1,94

(receptor central)											
20				T30							
1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
1,66	1,59	1,44	0,82	1,62	1,67	1,72	1,79	1,58	1,5	1,38	0,86
2,81	2,55	1,86	0,97	1,97	2,04	2,16	2,65	2,8	2,58	2,03	0,95
1,42	1,4	1,31	0,89	1,14	1,21	1,32	1,4	1,4	1,39	1,28	0,87
2,12	1,95	1,58	1,01	1,34	1,43	1,55	2	2,39	2,22	1,74	0,92
2,33	2,12	1,74	0,93	1,3	1,34	1,56	2,05	2,48	2,24	1,78	0,96
2,95	2,75	2,17	1,12	2,03	2,08	2,25	2,59	2,89	2,72	2,21	1,11
2,93	2,73	2,07	1,06	2,05	2,08	2,28	2,51	2,67	2,53	2,11	1,04
2,37	2,22	1,83	1,04	1,84	1,96	2,09	2,32	2,45	2,32	1,88	1,02
2,45	2,33	1,98	0,96	2,28	2,52	2,53	2,6	2,65	2,48	1,94	1,01
2,14	2,01	1,7	1	1,59	1,63	1,73	2,01	2,26	2,14	1,75	0,96
1,8	1,79	1,56	0,84	1,96	2	1,67	1,53	1,47	1,48	1,42	0,9
2,25	2,17	1,77	0,98	1,8	1,81	1,92	2,24	2,45	2,29	1,84	0,97
2,52	2,42	2,02	0,99	1,71	1,84	1,92	2,3	3	2,54	1,93	1,04
2,29	2,17	1,85	0,96	2,11	2,19	2,25	2,25	2,31	2,22	1,87	0,99
2,3	2,13	1,76	0,98	1,6	1,69	1,75	1,98	2,25	2,11	1,79	0,97
2,11	2,05	1,77	0,95	1,91	1,99	1,98	2,06	2,12	2,06	1,77	0,98
2,49	2,3	1,87	1	1,87	1,93	2,11	2,33	2,47	2,34	1,91	0,98
3,45	3,15	2,4	1,17	2,28	2,51	2,68	3,12	3,6	3,25	2,43	1,17
2,64	2,46	1,72	0,89	2,33	2,37	2,42	2,53	2,54	2,42	1,83	0,9
2,85	2,66	2,1	1,02	1,92	1,96	2,14	2,57	3,02	2,69	2,09	1,03
3,46	2,67	1,93	1,1	2,21	2,38	2,77	2,99	3,11	2,96	2,2	1,06
1,97	1,96	1,79	0,9	1,74	2,04	1,98	1,96	2,01	1,92	1,68	0,98

BBDD_WORLD		
L. Beranek	N	V
NOMBRE - Localización	Aforo	Volumen (m³)
1 Baltimore, Joeph Meyerhoff Symphony Hall	2467	21524
2 Bloomington, Indiana University Auditorium	3760	26900
3 Boston, Symphony Hall	2625	18750
4 Buffalo, Kleinhans Music Hall	2839	18240
5 Chicago, Orchestra Hall	2582	18000
6 Cleveland, Severance Hall	2101	15690
7 Costa Mesa, Segerstrom Hall, Orange County Performing Arts Center	2903	27800
8 Dallas, McDermott Concert Hall un Meyerson Symphony Center	2065	23900
9 Lenox, Massachusetts, Tanglewood, Koussevitzky Music Shed	5121	42480
10 Lenox, Massachusetts, Seiji Ozawa Hall	1180	11610
11 Minneapolis, Minnesota Orchestra Hall	2450	18975
12 New York, Avery Fisher Hall	2742	20400
13 New York, Carnegie Hall	2804	24270
14 New York, Metropolitan Opera House	3816	24724
15 Philadelphia, Academy of Music	2827	15100
16 Rochester, NY, Eastman Theatre	3347	25500
17 Salt Lake City, Abravanel Symphony hall	2812	19500
18 San Francisco, Davies Symphony Hall	2743	24070
19 San Francisco, War Memorial Opera House	3252	20900
20 J.F. Kennedy Center of performing arts, Opera House	2142	13027
21 Worcester, Massachusetts, The Grand Hall, Mechanics Hall	1343	10760
22 Buenos Aires, Opera Colón	2487	20570
23 Sydney Opera House, Concert Hall	2679	24600
24 Salzburg, Festspielhaus	2158	15500
25 Vienna, Grosser Musikvereinssaal	1680	15000
26 Vienna, Staatsoper	1709	10665
27 Brussels, Palais des Beaux-Arts	2150	12520
28 Edmonton, Northern Alberta Jubilee Auditorium	2678	21500
29 Montreal, Salle Wilfrid-Pelletier	2982	26500
30 Tronto, Roy Thomson Hall	2812	28300
31 Copenhagen, Radiohuset, Studio 1	1081	11900
32 Copenhagen, Tivoli Kocertsal	1789	12740
33 Helsinki, Kulttuuritalo	1500	10025
34 Paris, Opera Bastille	2700	21000
35 Paris, Opera Garnier	2231	10000
36 Paris, Salle Pleyel	2386	15500
37 Bayeruth, Festpielhaus	1800	10308
38 Berlin Kammermusikaal Der Philharmonie	1138	11000
39 Berlin, Konzerthaus	1575	15000
40 Berlin, Philharmonie	2215	21000
41 Bonn, Beethovenhalle	1407	15728
42 Leipzig, Gewandhaus	1900	21000
43 Munich, Herkulesaal	1287	13590
44 Munich, Philharmonie Am Gasteig	2387	29737
45 Stuttgart, Liederhalle, Grosser Saal	2000	16000
46 Birmingham, Symphonie Hall	2211	25000
47 Bristol, Colston Hall	2121	13450
48 Cardiff, Wales St.Davids Hall	1952	22000
49 Edinburgh, Usher Hall	2547	15700
50 Glasgow, Scotland, Royal Concert Hall	2459	22700
51 Liverpool. Philharmonic Hall	1824	13560
52 London Barbican, Large Concert Hall	2026	17750

53 London Royal Albert Hall	6080	86650
54 London, Royal Festival Hall	2901	21950
55 London, Royal Opera House	2120	12250
56 Manchester, Free trade Hall	2351	15430
57 Budapest, Patria Hall in convention center	1750	13400
58 Jersulaem, Binyanei Ha'Oomah	3142	24700
59 Tel Aviv, Frederic R.Mann Auditorium	2715	21240
60 Milan, Teatro Alla Scala	2289	11252
61 Osaka, Symphony Hall	1702	17800
62 Tokyo, Bunka Kaikan	2327	17300
63 Tokyo, Hamarikyū Asahi Hall	552	5800
64 Tokyo, Metropolitan Art Space	2017	25000
65 Tokyo, NHK Hall	3677	25200
66 Tokyo, Orchard Hall, Bunkamura	2150	20500
67 Tokyo, Suntory Hall	2006	21000
68 Mexico City, Sala Nezahualcoyotl	2376	30640
69 Amsterdam, Concertgebouw	2037	18780
70 Rotterdam, De Doelen, Concertgebouw	2242	24070
71 Christchurch, Town Hall	2662	20500
72 Gothenburg, Konserthus	1286	11900
73 Basel, Stadt_Casino	1448	10500
74 Zurich, Grosser Tonhalle	1546	11400
75 Taipei, Cultural Centre, Concert Hall	2074	16700
76 Caracas, Aula Magna	2660	24920

S _A S _{audiencia} (m ²)	S _o S _{escenario} (m ²)	D D(máx)	Sala			Socupada	
			H H(altura)	W W(anchura)	L L(longitud)	Sa+So	V/N
1486	186	37,5	18	29,3	35,4	1672	8,724767
2438	186	54	13,7	39,3	52,7	2624	7,154255
1370	152	40,5	18,6	22,9	39	1522	7,142857
1951	205	43,9	13,4	39,3	37,5	2156	6,424797
1672	186	34,5	18	28,7	25,6	1858	6,97134
1208	186	41,2	16,8	27,4	32,9	1394	7,467872
1742	223	44	24,4	41,5	36,2	1965	9,5763
1161	250	40,5	26,2	25,6	30,8	1411	11,57385
2861	204	49,7	13,4	61	50,9	3065	8,295255
739	202	28,6	14,9	20,7	28,6	941	9,838983
1574	203	40,8	16,5	28,6	38,1	1777	7,744898
1480	203	41,2	16,8	25,9	38,4	1683	7,439825
1600	227	44,8	23,8	25,9	32,9	1827	8,655492
2262	132	56,1	25	33,5	39,6	2394	6,479036
1460	59	36	19,5	17,7	31,1	1519	5,341351
1907	204	43,3	20,4	36,6	35,7	2111	7,618763
1669	218	40,85	16,5	29,3	37,8	1887	6,934566
1562	200	38,7	20,7	28	32,6	1762	8,775064
1973	70,6	37,2	22,2	31,7	36,6	2043,6	6,426814
1289	109	35,1	17,1	31,7	32	1398	6,081699
701	154	30,2	12,5	24,7	27,1	855	8,011914
1762	63	43	26,5	24,4	34,4	1825	8,271009
1563	180,7	44,5	16,8	33,2	31,7	1743,7	9,182531
1375	195	29	14,3	32,9	29,6	1570	7,182576
955	163	40,2	17,4	19,8	35,7	1118	8,928571
1194	106,8	33,8	18,9	18,3	29,9	1300,8	6,240492
1300	186	35,7	29,3	23,2	31,1	1486	5,823256
1951	186	48,2	15,8	34,8	40	2137	8,028379
1767	172	41,2	23,5	32,9	37,5	1939	8,886653
1681	222	32,9	23,2	31,1	27,1	1903	10,06401
721	288	22,9	17,7	33,5	18,6	1009	11,00833
1136	195	34,4	13,7	33,2	32,3	1331	7,121297
946	166	32,9	9,45	46	23,8	1112	6,683333
1522	186	39	21,3	16,2	31,1	1708	7,777778
1126	78	32,3	20,7	18,9	27,7	1204	4,482295
1058	242	36,6	18,6	25,6	30,5	1300	6,496228
845	34,5	33,8	12,8	33,2	32,3	879,5	5,726667
810	78,2	18,9	11,3	48,5	18,3	888,2	9,666081
943	158	25,6	17,7	20,7	24,1	1101	9,52381
1385	172,5	30	12,8	42,7	29	1557,5	9,480813
1115	204	38,1	12,2	36,6	34,8	1319	11,17839
1197	181	32,9	19,8	36	32,3	1378	11,05263
674	168	32,9	15,5	22	32	842	10,55944
1639	230	44,2	14,6	51,2	40,8	1869	12,4579
1300	176	40,8	13,4	36,2	41,8	1476	8
1320	279	40,2	22,9	27,4	31,7	1599	11,3071
987	160	33,5	17,7	22,6	27,4	1147	6,341348
1235	186	33,5	18	27,4	27,4	1421	11,27049
1338	120	35	17	23,8	30,5	1458	6,164115
1365	218	33,8	19,2	32,9	27,8	1583	9,231395
1291	130	39	14	30	28,6	1421	7,434211
1326	160	35,1	14,3	39,3	27,4	1486	8,761106

3512	176	42,7	36	47	44,5	3688	14,25164
1972	173	38,4	15,2	32,3	36,8	2145	7,566356
1360	62,2	39,6	18,6	24,4	29,9	1422,2	5,778302
1375	100	37,2	20,7	24,4	28	1475	6,563165
1286	156	26,5	13,1	42,1	26,2	1442	7,657143
2137	260	45,1	13,7	47,6	37,2	2397	7,861235
1700	195	38,7	12,2	40,2	30,5	1895	7,823204
1300	125,4	32	19,2	20,1	30,2	1425,4	4,915684
1236	285	30	20,7	31,7	28,3	1521	10,45828
1301	241	36	17,4	26,5	31,7	1542	7,434465
395	73	24,4	12	15	24,7	468	10,50725
1312	207	47,2	15,5	28	35	1519	12,39465
1821	193	47,6	14,9	38,4	37,8	2014	6,853413
1314	217	40	23	24,4	38,4	1531	9,534884
1364	235	36	16,5	31,1	30,5	1599	10,46859
1684	270	42	15,8	40,8	34,4	1954	12,89562
1125	160	25,6	17,1	27,7	26,2	1285	9,21944
1509	195	38,4	14,3	31,7	32,3	1704	10,73595
1416	194	28,4	18,6	29,3	28	1610	7,700977
666	170	29,6	13,7	25,3	30,5	836	9,253499
731	160	24,4	15,2	21	23,5	891	7,251381
877	145	29,9	14	19,5	29,6	1022	7,373868
1261	269	36,4	18	26,8	32,3	1530	8,052073
1886	204	35,4	17,7	57,6	31,1	2090	9,368421

Magnitudes técnicas derivadas				
V/SA	V/Socupada	SA/N	H/W	L/W
14,48452	12,8732057	0,602351	0,614334	1,208191
11,03363	10,2515244	0,648404	0,348601	1,340967
13,68613	12,3193167	0,521905	0,812227	1,703057
9,349052	8,46011132	0,687214	0,340967	0,954198
10,76555	9,68783638	0,64756	0,627178	0,891986
12,98841	11,2553802	0,574964	0,613139	1,20073
15,95867	14,1475827	0,600069	0,587952	0,872289
20,5857	16,9383416	0,562228	1,023438	1,203125
14,84796	13,8597064	0,55868	0,219672	0,834426
15,71042	12,3379384	0,626271	0,719807	1,381643
12,05527	10,6781092	0,642449	0,576923	1,332168
13,78378	12,1212121	0,539752	0,648649	1,482625
15,16875	13,2840722	0,570613	0,918919	1,27027
10,93015	10,3274854	0,592767	0,746269	1,18209
10,34247	9,94075049	0,516449	1,101695	1,757062
13,37179	12,0795831	0,569764	0,557377	0,97541
11,68364	10,3338633	0,593528	0,56314	1,290102
15,40973	13,6606129	0,56945	0,739286	1,164286
10,59301	10,2270503	0,606704	0,700315	1,154574
10,10628	9,31831187	0,601774	0,539432	1,009464
15,3495	12,5847953	0,521966	0,506073	1,097166
11,67423	11,2712329	0,708484	1,086066	1,409836
15,73896	14,1079314	0,583427	0,506024	0,954819
11,27273	9,87261146	0,637164	0,43465	0,899696
15,70681	13,4168157	0,568452	0,878788	1,80303
8,932161	8,19880074	0,698654	1,032787	1,63388
9,630769	8,42530283	0,604651	1,262931	1,340517
11,01999	10,0608329	0,728529	0,454023	1,149425
14,99717	13,6668386	0,592555	0,714286	1,139818
16,83522	14,8712559	0,597795	0,745981	0,871383
16,50485	11,7938553	0,666975	0,528358	0,555224
11,21479	9,57175056	0,634992	0,412651	0,972892
10,59725	9,01528777	0,630667	0,205435	0,517391
13,79763	12,295082	0,563704	1,314815	1,919753
8,880995	8,30564784	0,504706	1,095238	1,465608
14,65028	11,9230769	0,44342	0,726563	1,191406
12,19882	11,7202956	0,469444	0,385542	0,972892
13,58025	12,3845981	0,711775	0,23299	0,37732
15,90668	13,6239782	0,59873	0,855072	1,164251
15,16245	13,4831461	0,625282	0,299766	0,679157
14,10583	11,924185	0,792466	0,333333	0,95082
17,54386	15,2394775	0,63	0,55	0,897222
20,1632	16,1401425	0,523699	0,704545	1,454545
18,14338	15,9106474	0,686636	0,285156	0,796875
12,30769	10,8401084	0,65	0,370166	1,154696
18,93939	15,6347717	0,597015	0,835766	1,156934
13,62715	11,7262424	0,465347	0,783186	1,212389
17,81377	15,4820549	0,632684	0,656934	1
11,73393	10,7681756	0,525324	0,714286	1,281513
16,63004	14,339861	0,555104	0,583587	0,844985
10,50349	9,54257565	0,707785	0,466667	0,953333
13,38612	11,9448183	0,654492	0,363868	0,697201

24,67255	23,4951193	0,577632	0,765957	0,946809
11,13083	10,2331002	0,679766	0,470588	1,139319
9,007353	8,61341583	0,641509	0,762295	1,22541
11,22182	10,4610169	0,584858	0,848361	1,147541
10,41991	9,2926491	0,734857	0,311164	0,622328
11,55826	10,3045474	0,68014	0,287815	0,781513
12,49412	11,2084433	0,626151	0,303483	0,758706
8,655385	7,89392451	0,567934	0,955224	1,502488
14,40129	11,7028271	0,726204	0,652997	0,892744
13,29746	11,2191958	0,559089	0,656604	1,196226
14,68354	12,3931624	0,71558	0,8	1,646667
19,05488	16,4581962	0,650471	0,553571	1,25
13,83855	12,5124131	0,495241	0,388021	0,984375
15,60122	13,3899412	0,611163	0,942623	1,57377
15,39589	13,1332083	0,67996	0,530547	0,980707
18,19477	15,6806551	0,708754	0,387255	0,843137
16,69333	14,614786	0,552283	0,617329	0,945848
15,95096	14,1255869	0,67306	0,451104	1,018927
14,4774	12,7329193	0,531931	0,634812	0,955631
17,86787	14,2344498	0,517885	0,541502	1,205534
14,36389	11,7845118	0,504834	0,72381	1,119048
12,99886	11,1545988	0,56727	0,717949	1,517949
13,24346	10,9150327	0,608004	0,671642	1,205224
13,21315	11,923445	0,709023	0,307292	0,539931

BBDD_WORLD VACÍO L. Beranek NOMBRE - Localización		63	125	250
1	Baltimore, Joseph Meyerhoff Symphony Hall		2,83	2,44
2	Bloomington, Indiana University Auditorium		2	1,55
3	Boston, Symphony Hall		2,12	2,3
4	Buffalo, Kleinhans Music Hall		2,46	2,02
5	Chicago, Orchestra Hall		1,73	1,63
6	Cleveland, Severance Hall		2	1,7
7	Costa Mesa, Segerstrom Hall, Orange County Performing Arts Center		2,52	2,25
8	Dallas, McDermott Concert Hall un Meyerson Symphony Center		3,44	3,16
9	Lenox, Massachusetts, Tanglewood, Koussevitzky Music Shed		4,13	4
10	Lenox, Massachusetts, Seiji Ozawa Hall		2,34	2,36
11	Minneapolis, Minnesota Orchestra Hall		2,35	2,3
12	New York, Avery Fisher Hall		1,93	1,98
13	New York, Carnegie Hall		2,2	1,85
14	New York, Metropolitan Opera House		2,3	2,1
15	Philadelphia, Academy of Music		1,4	1,4
16	Rochester, NY, Eastman Theatre		3,1	2,5
17	Salt Lake City, Abravanel Symphony hall		2,08	1,92
18	San Francisco, Davies Symphony Hall		2,58	2,41
19	San Francisco, War Memorial Opera House			
20	J.F. Kennedy Center of performing arts, Opera House		2,2	2
21	Worcester, Massachusetts, The Grand Hall, Mechanics Hall		2,1	2,4
22	Buenos Aires, Opera Colón			
23	Sydney Opera House, Concert Hall		2,25	2,4
24	Salzburg, Festspielhaus		1,69	1,93
25	Vienna, Grosser Musikvereinssaal		2,97	2,95
26	Vienna, Staatsoper		1,84	1,61
27	Brussels, Palais des Beaux-Arts		2,2	2,4
28	Edmonton, Northerm Alberta Jubilee Auditorium		1,8	1,7
29	Montreal, Salle Wilfrid-Pelletier		2,49	2,1
30	Tronto, Roy Thomson Hall		2,37	2,22
31	Copenhagen, Radiohuset, Studio 1		1,75	1,74
32	Copenhagen, Tivoli Kocertsal		2,1	2,1
33	Helsinki, Kultturitalo			
34	Paris, Opera Bastille		1,55	1,55
35	Paris, Opera Garnier		1,84	1,4
36	Paris, Salle Pleyel		3,11	2,49
37	Bayeruth, Festpielhaus		1,75	1,7
38	Berlin Kammermusikaal Der Philharmonie		2,18	2
39	Berlin, Konzerthaus		2,85	2,79
40	Berlin, Philharmonie		2,06	1,94
41	Bonn, Beethovenhalle		2,2	2,1
42	Leipzig, Gewandhaus		1,95	2
43	Munich, Herkulessaal		2,6	2
44	Munich, Philharmonie Am Gasteig		2,28	2,1
45	Stuttgart, Liederhalle, Grosser Saal		1,73	1,8
46	Birmingham, Symphonie Hall		2,42	2,81
47	Bristol, Colston Hall		2,17	1,85
48	Cardiff, Wales St.Davids Hall		1,95	2
49	Edinburgh, Usher Hall		1,83	1,97
50	Glasgow, Scotland, Royal Concert Hall		2,35	2,21
51	Liverpool. Philharmonic Hall		1,9	1,8
52	London Barbican, Large Concert Hall		1,95	1,65
53	London Royal Albert Hall		2,92	2,85

54 London, Royal Festival Hall	1,35	1,45
55 London, Royal Opera House	1,3	1,26
56 Manchester, Free trade Hall	1,38	1,53
57 Budapest, Patria Hall in convention center	2,1	2,39
58 Jersulaem, Binyanei Ha'Oomah	2,36	1,83
59 Tel Aviv, Frederic R.Mann Auditorium	1,62	1,56
60 Milan, Teatro Alla Scala	1,81	1,57
61 Osaka, Symphony Hall	2,05	1,95
62 Tokyo, Bunka Kaikan	1,92	1,79
63 Tokyo, Hamarikyū Asahi Hall	1,63	1,68
64 Tokyo, Metropolitan Art Space	2,8	2,6
65 Tokyo, NHK Hall	2,5	2
66 Tokyo, Orchard Hall, Bunkamura	2,25	2,17
67 Tokyo, Suntory Hall	2,4	2,6
68 Mexico City, Salla Nezahualcoyotl	2,8	2,5
69 Amsterdam, Concertgebouw	2,68	2,53
70 Rotterdam, De Doeln, Concertgebouw	2	2
71 Christchurch, Town Hall	2,54	2,39
72 Gothenburg, Konserthus	2,12	1,86
73 Basel, Stadt_Casino	2,78	2,74
74 Zurich, Grosser Tonhalleaal	3,59	3,6
75 Taipei, Cultural Centre, Concert Hall	2,45	2,35
76 Caracas, Aula Magna	2,5	2,25
77 America: Akron, E.J. Thomas Performing Arts	2,59	2,1
78 America: Detroit, Orchestra Hall	2,92	2,36
79 America: Washington, D.C., J.F. Kennedy Center	1,9	1,95
80 Canada: Brandon, Manitoba, Western Manitoba Centennial Auditorium	2,85	1,91
Promedios:	2,26	2,12

T30					EDT									
500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125
2,36	2,32	2,02	1,65			2,63	2,38	2,3	2,31	1,95	1,46			-2,05
1,5	1,4	1,4	1,4											
2,39	2,56	2,59	2,26			2	2,12	2,26	2,45	2,57	2,14			-1,5
1,91	1,68	1,63	1,5			1,97	1,78	1,85	1,42	1,37	1,06			0,49
1,46	1,45	1,32	1,01											
1,7	1,7	1,5	1,4			1,7	1,71	1,74	1,72	1,68	1,45			-0,37
2,27	2,46	2,26	1,97			2,5	2,2	2,3	2,4	2,2	1,9			-3,2
2,93	2,87	2,87	2,58			2	2	1,8	2	1,8	1,6			-0,9
3,65	3,09	2,65	2,29			3,42	3,87	3,6	2,98	2,49	2,16			-0,62
2,21	2,28	2,16	1,7											
2,35	2,2	2,15	1,9											
2,15	2,18	2,06	1,8				2	2,01	1,9	1,64	1,24			
2,1	2,2	1,8	1,4											
2,3	2,25	2,05	1,5			2,1	2,1	2,25	2,25	2	1,55			
1,4	1,3	1,3	1,1			1,3	1,2	1,2	1,2	1,2	1,1			-1,2
1,9	1,75	1,7	1,55											
2,03	2,03	1,92	1,72			2,05	1,99	2,09	2,07	1,94	1,7			-4,6
2,29	2,24	1,96	1,63			2,69	2,51	2,26	2,04	1,72	1,38			-5,1
1,8	1,6	1,5	1,4											
2,3	2	1,6	1,4			2,1	2,3	2,3	2	1,7	1,4			-1
2,3	2,65	2,6	2,2			2,18	2,28	2,16	2,22	2,18	2,1			
1,91	1,82	1,74	1,5			1,61	1,98	2,04	1,72	1,85	1,59			-2,66
3,04	2,99	2,67	2,21			2,98	3,01	3,03	2,99	2,71	2,17			-5,1
1,55	1,54	1,44	1,28			1,56	1,43	1,38	1,47	1,34	1,07			-0,2
2	1,9	1,75	1,6											
1,67	1,65	1,43	1,21			1,51	1,52	1,5	1,36	1,11	0,96			1,86
1,98	1,87	1,69	1,29			2,47	2,18	1,98	1,88	1,61	1,19			-6,5
2,21	2,11	1,94	1,49			2,23	2,01	1,97	1,84	1,56	1,18			-4,48
1,86	1,99	2,15	1,95			1,59	1,72	1,91	2,02	2,19	1,86			0,83
2,2	2,3	2,4	2,1											
1,7	1,7	1,65	1,4			1,56	1,59	1,52	1,52	1,37	1,2			-0,85
1,26	1,18	1,14	1,02			1,43	1,3	1,2	1,12	1,12	1,04			1,4
2,05	1,83	1,61				2,81	1,97	1,86	1,6	1,57	1,34			-2,84
1,6	1,5	1,4	1,3											
2,07	2,2	2,11	2,19			2,04	2,01	1,99	2,21	2,11	1,64			
2,51	2,43	2,24	1,92			2,87	2,71	2,47	2,39	2,19	1,83			-4,2
2,2	2,24	2,2	1,94			2,05	1,92	2,09	2,14	2,09	1,82			-2,2
2	1,9	2,1	1,8											
2,2	2,2	2	1,7											
2,2	2,4	2,3	1,9											
1,18	2,16	2,18	1,88			2,32	2,03	2,16	2,13	2,14	1,74			-4,51
2,05	2,13	2,13	1,88			1,55	1,76	2,06	2,2	2,17	1,83			-1,85
2,56	2,45	2,63	1,85			2,2	2,2	2	1,8	1,7	1,4			-4,8
2	2,01	1,93				2,08	1,96	1,81	1,87	1,78				-2,5
2,1	2,25	2,15	1,75			1,93	2,1	2,01	2,03	2,01	1,68			-2,31
2,06	2,31	2,15	1,71			1,96	2,15	2	2,17	2,2	1,67			-1,34
2	1,94	1,71	1,46			2,27	1,97	1,78	1,67	1,53				-4,6
1,7	1,6	1,55	1,45			1,89	1,78	1,8	1,78	1,59				-2,9
1,87	2,1	2,08	1,75			1,84	1,66	1,86	1,97	2,07	1,81			-2,34
3,03	2,99	2,96				2,53	2,54	2,67	2,63	2,62				-1,3

1,55	1,6	1,6	1,53	1,15	1,41	1,37	1,32	1,42	1,37	-0,33
1,19	1,23	1,16	1,05	1,33	1,19	1,03	1,05	1,06		0,9
1,7	1,84	1,64		1,47	1,47	1,65	1,77	1,62		-2,9
1,81	1,81	1,67	1,47							
1,88	1,71	1,32	1,18	2,3	1,93	1,89	1,8	1,4	1,12	-0,8
1,67	1,67	1,56	1,35	1,54	1,6	1,66	1,73	1,57	1,36	0,2
1,4	1,31	1,22	1,11	1,47	1,22	1,2	1,17	1,15	1,05	1
2,2	2,2	2,15	1,85			2,1	2,1			
1,89	1,99	1,95	1,78							-1,3
1,83	1,93	1,9	1,71	1,53	1,72	1,82	1,8	1,75	1,62	-0,3
2,6	2,6	2,4	2,1	2,8	2,7	2,6	2,5	2,4	2	-5,88
1,9	2,1	2,1	1,7							-2,1
2,08	2,13	2,09	1,88							
2,6	2,6	2,6	2,4	2,3	2,4	2,3	2,6	2,5	1,9	-3,81
2,2	2,2	2	1,6							
2,59	2,63	2,43	2,05	2,51	2,47	2,58	2,64	2,44	1,98	-5,02
2,4	2,3	2,3	1,9	2,3	2,2	2,3	2,3	2,1	1,6	-6,5
2,5	2,4	2,29	1,88	2,17	1,77	1,9	1,88	1,81	1,53	-2,5
1,76	1,65	1,58	1,52	1,99	1,83	1,78	1,71	1,63	1,49	-3,13
2,31	2,31	2,23	1,9	2,55	2,62	2,19	2,2	2,13	1,79	-4,1
3,27	3,09	2,59	2,12	3,58	3,77	3,21	3,02	2,58	2,01	-5,8
2,4	2,4	2,35	2,15							
1,85	1,75	1,9	1,7							
1,99	1,79	1,52	1,32	2,15	1,98	1,81	1,67	1,47	1,24	-2,07
2,01	1,94	1,76	1,57	2,6	2,1	1,8	1,8	1,78	1,61	-2,72
2,07	1,99	1,83	1,65	1,61	1,61	1,81	1,81	1,67	1,46	-1,87
1,37	1,16	1,04	0,93	2,38	1,65	1,3	1,15	1,02	0,93	-2,32
2,07	2,05	1,94	1,68	2,1	2,03	1,99	1,96	1,83	1,55	-2,31

MEDIDAS (si disponibles)						G								63
C80						63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	
-2,83	-2,13	-1,88	-1,17	0,36		2,71	2,77	3,73	3,22	1,43	-0,95			
-1,92	-2,94	-2,18	-3,21	-2,04		1,43	2,61	3,7	4,27	3,7	2,34			
1,6	1,62	3,85	3,57	4,67		4,83	3,39	2,49	2,78	2,58	-0,23			
-0,02	-0,47	-0,29	-0,07	0,73		1,86	4,12	3,46	2,08	2,93	0,82			
-1,35	-1,05	-0,5	0	1		1,8	2,4	3,8	3,95	3,8	2,3			
-4,2	0,7	-0,7	0,2	0,4										
-3,92	-3,85	-2,76	-1,29	-0,65		2,9	4,6	6,5	6,5	2,7	2,4			
-2,8	-2,3	-2	-0,2	0,8										
-0,2	2	0,3	2,3	2,1		-1,87	-0,12	1,77	1,13	0,53	-2,35			
-3,9	-2,1	-1,8	-1,4	-0,9		1,9	0,3	2,4	2,7	2,5	1,6			
-3,9	-2,3	-0,6	0,1	1,3		2,5	3	3,3	3,4	2,9	2,9			
-2	-2	-1	0	1		4	6	5,5	4,5	2	-1,5			
-2,1	-1,29	0,28	-0,79	0,16		2,02	4,18	4,53	3,88	1,86	1,36			
-5,1	-4,7	-4	-3,1	-1,6		8,1	7,4	7,8	7,9	6,8	6,1			
1,5	2,5	2,8	2,7	4,3		-1,4	0,7	3,1	2,5	1,3	-1,8			
2,53	3,56	3,88	4,73	5,22		-2,55	-2,08	-0,25	-0,22	-1,72	-3,9			
-2,44	-1,04	0,39	-0,37	1,6		-0,41	-0,94	-0,37	0,53	-0,47	-3,22			
-1,58	0,01	0,95	0,74	2,92		2,84	2,93	3,2	3,29	3,28	2,44			
-0,36	-0,35	-0,26	-1,53	-0,52		8,26	4,76	5,4	6,24	6,17	5,38			
0,63	1,25	2,24	2,59	2,29		-30	-30	-28	-26,5	-27	-28			
1,5	3,6	5,1	5	5,5		-2,4	0,2	1,1	0,3	-1,5	-3,4			
-0,83	-0,72	0,95	0,43	1,11		5,96	3,88	3,94	4,25	3,99	3,34			
-1,17	-2,37													
-4,3	-3,9	-2,3	-1,3	-0,5		8,3	7,1	6,7	7	5,9	5,4			
-0,7	-0,7	-0,4	-0,5	0		4,2	3,4	4,9	4,9	4,1	3,7			
-1,11	-0,44	0,38	-0,71	0,61		0,04	0,42	1,28	1,85	1,65	0,51			
-0,99	-1,04	-1,03	-1,15	-0,34		2,63	3,34	3,63	3,08	1,1	-0,4			
-1,3	-0,6	1,1	0,9	1,9										
-1,2	-0,1	0,4	1,1			4,4	2,8	4,7	5,6	4,4				
-2,17	-1,04	-0,73	-0,88	-0,08		2,34	1,92	3,92	3,26	2,37				
-1,34	-1,58	-1,18	-1,92	-1,59		3,33	2,89	4,24	3,85	2,68	0,18			
-1,3	0,7	1,1	1,4			1,3	1,6	2,4	0,8	1,7				
-0,5	0,6	1,3	1,8			1,2	2	2,8	3,8	3,5				
-1,32	-1,28	-1,81	-2,21	-1,46		2,14	1,64	3,84	3,29	2,71				
-1,1	0	1	0,6			-1,7	-1,9	-0,5	-0,9	-0,8				

-0,11	0,4	1,64	0,76	0,51
4,1	4,8	4,7	4	
0,5	0,9	1,3	1	

-2,2	-1,1	0,3	1,5	3
-0,5	-1,3	-0,5	0,5	0,6
1,4	2	3,8	4,7	4,4
	-1,18	-1,18		
-0,8	-0,3	-1	-0,8	0
-1,9	-1,2	0	0,6	0,3
-3,55	-0,85	-1,5	-1,07	-0,3
-0,1	0	0	0	0
	0,05		0,74	
-2,68	-0,85	-0,91	-1	-0,31

-4,4	-3,9	-2,6	-2,42	-1,38
-3,6	-2,9	-2,8	-2,7	-1
0,2	1,3	1,9	1,3	2
-0,92	-0,05	0,18	0,9	1,02
-4,5	-3,2	-2	-1,7	-0,7
-6,8	-4,4	-3,6	-2,8	-1,5

-1,33	0,13	0,82	0,82	1,81
-1,87	-0,75	0	0,48	1,11
-0,81	-0,69	-0,12	0,25	0,17
0,57	2,9	3,55	4,32	4,14

-1,42	-0,56	0	0,28	0,86
-------	-------	---	------	------

0,18	0,96	2,1	1,79	1,59
0,9	-3,1	0,4	0,9	-1,3
1,3	1,4	3,2	3,8	3,2

-1,3	-1,8	-1,7	-1,1	-1,5	-3
3,3	3,4	4,2	4,3	4,4	5,5
7,5	7,6	9,8	10	10,8	11,3
4,5	4,2	3,9	4,5	4,5	4,9

3,3	3,8	5,6	5,3	5,4	5,6
5,8	5,9	6,2	6,5	5,8	4,9

5,78	6,24	4,87	4,54	3,13	1,59
9,1	8,9	7,9	8,3	7,7	7,2
9	8,9	8,9	8,2	8,3	7,9

-0,41	0,84	2,29	1,69	-0,67	-2,6
4,2	3,32	3,4	3,65	2,36	1,07
1,79	1,78	2,73	2,71	1,75	0,01
3,2	2,88	2,48	0,87	-0,64	-1,82

2,1	2,14	3,01	2,96	2,17	0,99
-----	------	------	------	------	------

LF						
125	250	500	1k	2k	4k	8k
0,16	0,2	0,2	0,18	0,18	0,18	
0,15	0,25	0,28	0,25	0,24	0,25	
0,1	0,11	0,1	0,09	0,09	0,08	
0,2	0,14	0,13	0,15	0,18	0,13	
0,27	0,19	0,23	0,22			
0,1	0,14	0,1	0,12	0,15	0,12	
		0,13	0,11	0,12		
0,19	0,16	0,14	0,17	0,19	0,12	
0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	
0,18	0,16	0,15	0,16			
0,14	0,17	0,19	0,16	0,12	0,21	
0,1	0,16	0,16	0,16	0,13	0,19	
0,11	0,17	0,17	0,17	0,15	0,19	
0,1	0,15	0,19	0,15	0,11	0,18	
0,13	0,13	0,14	0,12	0,1	0,18	
0,08	0,12	0,13	0,12	0,09	0,16	
0,12	0,19	0,19	0,2			
0,15	0,19	0,18	0,15			
0,25	0,27	0,21	0,22			
0,2	0,28	0,24	0,19			
0,08	0,22	0,17	0,21			
0,18	0,24	0,19	0,12			
0,13	0,16	0,14	0,13	0,14		

0,18	0,14	0,19	0,2
0,36	0,19	0,21	0,2
0,33	0,25	0,25	0,24

0,16	0,15	0,17	0,16	0,18	0,19
------	------	------	------	------	------

0,16	0,17	0,2	0,17	0,14	0,23
------	------	-----	------	------	------

0,16	0,15	0,14	0,14
0,11	0,07	0,09	0,11

0,09	0,07	0,07	0,09	0,13	0,08
0,18	0,16	0,14	0,17	0,21	0,14
0,18	0,17	0,17	0,2	0,24	0,17
0,19	0,12	0,08	0,07	0,06	0,06

0,17	0,17	0,17	0,16	0,15	0,17
------	------	------	------	------	------

BBDD_WORLD OCUPADO			
L.Beranek			
NOMBRE - Localización			
	63	125	250
1 Baltimore, Joseph Meyerhoff Symphony Hall		2,2	2,2
2 Bloomington, Indiana University Auditorium		1,7	1,5
3 Boston, Symphony Hall		2,1	1,8
4 Buffalo, Kleinhans Music Hall		1,7	1,65
5 Chicago, Orchestra Hall		1,44	1,29
6 Cleveland, Severance Hall		1,7	1,6
7 Costa Mesa, Segerstrom Hall, Orange County Performing Arts Center		2,23	1,89
8 Dallas, McDermott Concert Hall un Meyerson Symphony Center		3,53	3,21
9 Lenox, Massachusetts, Tanglewood, Koussevitzky Music Shed		2,85	2,63
10 Lenox, Massachusetts, Seiji Ozawa Hall		2,24	2,16
11 Minneapolis, Minnesota Orchestra Hall		2,1	1,95
12 New York, Avery Fisher Hall		1,6	1,76
13 New York, Carnegie Hall		2,3	1,8
14 New York, Metropolitan Opera House		2,25	2
15 Philadelphia, Academy of Music		1,4	1,3
16 Rochester, NY, Eastman Theatre		2,3	1,85
17 Salt Lake City, Abravanel Symphony hall		1,8	1,8
18 San Francisco, Davies Symphony Hall			1,9
19 San Francisco, War Memorial Opera House			
20 J.F. Kennedy Center of performing arts, Opera House		2	1,9
21 Worcester, Massachusetts, The Grand Hall, Mechanics Hall		1,7	1,9
22 Buenos Aires, Opera Colón			
23 Sydney Opera House, Concert Hall		2,1	2,2
24 Salzburg, Festspielhaus		1,7	1,6
25 Vienna, Grosser Musikvereinssaal		2,14	2,15
26 Vienna, Staatsoper		1,4	1,45
27 Brussels, Palais des Beaux-Arts		1,9	1,75
28 Edmonton, Northern Alberta Jubilee Auditorium		1,3	1,45
29 Montreal, Salle Wilfrid-Pelletier		2,2	1,85
30 Tronto, Roy Thomson Hall		1,97	1,86
31 Copenhagen, Radiohuset, Studio 1		1,6	1,6
32 Copenhagen, Tivoli Kocertsal		1,5	1,35
33 Helsinki, Kulttuuritalo		1,2	1,25
34 Paris, Opera Bastille		1,45	1,45
35 Paris, Opera Garnier			
36 Paris, Salle Pleyel		2,1	1,6
37 Bayeruth, Festpielhaus			
38 Berlin Kammermusikaal Der Philharmonie		1,7	1,55
39 Berlin, Konzerthaus		2,53	2,34
40 Berlin, Philharmonie		2,2	1,9
41 Bonn, Beethovenhalle		2	1,65
42 Leipzig, Gewandhaus		1,95	2
43 Munich, Herkulessaal		2	1,75
44 Munich, Philharmonie Am Gasteig		1,93	1,94
45 Stuttgart, Liederhalle, Grosser Saal		1,6	1,6
46 Birmingham, Symphonie Hall		2,05	1,95
47 Bristol, Colston Hall		1,85	1,7
48 Cardiff, Wales St.Davids Hall		1,88	1,97
49 Edinburgh, Usher Hall		1,73	1,77
50 Glasgow, Scotland, Royal Concert Hall		2,04	1,88
51 Liverpool. Philharmonic Hall		1,5	1,5
52 London Barbican, Large Concert Hall		1,75	1,88
53 London Royal Albert Hall		2,8	2,64

54 London, Royal Festival Hall	1,35	1,35
55 London, Royal Opera House	1,2	1,15
56 Manchester, Free trade Hall	1,4	1,5
57 Budapest, Patria Hall in convention center	2,1	1,9
58 Jersulaem, Binyanei Ha'Oomah	2,2	2,1
59 Tel Aviv, Frederic R.Mann Auditorium	1,7	1,5
60 Milan, Teatro Alla Scala	1,5	1,4
61 Osaka, Symphony Hall		
62 Tokyo, Bunka Kaikan	1,98	1,66
63 Tokyo, Hamarikyū Asahi Hall	1,63	1,57
64 Tokyo, Metropolitan Art Space	2,6	2,3
65 Tokyo, NHK Hall	1,77	1,64
66 Tokyo, Orchard Hall, Bunkamura	1,9	2,01
67 Tokyo, Suntory Hall	2,2	2,1
68 Mexico City, Sala Nezahualcoyotl	2,2	2,3
69 Amsterdam, Concertgebouw	2,2	2,15
70 Rotterdam, De Doelen, Concertgebouw	1,9	2
71 Christchurch, Town Hall	2,15	2,11
72 Gothenburg, Konserthus	1,8	1,7
73 Basel, Stadt_Casino	2,2	2
74 Zurich, Grosser Tonhalle	2,5	2,4
75 Taipei, Cultural Centre, Concert Hall	1,95	1,97
76 Caracas, Aula Magna	1,9	1,4
77 America: Akron, E.J. Thomas Performing Arts		
78 America: Detroit, Orchestra Hall		
79 America: Washington, D.C., J.F. Kennedy Center	1,8	1,8
80 Canada: Brandon, Manitoba, Western Manitoba Centennial Auditorium		

T30					EDT									
500	1k	2k	4k	8k	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k	63	125
2	2	1,86	1,68											
1,45	1,4	1,3	1,3											
1,9	1,9	1,6	1,2											
1,35	1,3	1,25	1,1											
1,21	1,16	1,1	0,98											
1,5	1,45	1,35	1,3											
1,62	1,57	1,44	1,16			2,27	3,43	2,25	2,12	1,86	1,84			
2,85	2,92	2,46	2,22				3,16	2,31	2,07	1,96	1,81			
2,09	1,69	1,5	1,42											
1,82	1,5	1,35	1,28											
1,9	1,8	1,7	1,5											
1,78	1,74	1,74	1,8											
1,8	1,8	1,6	1,6											
1,75	1,8	1,65	1,15			2,1	2,1	1,7	1,8	1,7	1,3			
1,2	1,2	1,1	1											
1,75	1,55	1,45	1,3											
1,7	1,7	1,6	1,5											
1,9	1,8	1,7	1,4											
1,6	1,4	1,2	1,2											
1,6	1,5	1,4	1,3			1,8	1,9	1,7	1,5	1,4	1,3			
2,1	2,3	2,2	2			2,05	2,13	1,98	2,16	2,12	2,02			
1,5	1,5	1,4	1,3											
2,01	1,94	1,71	1,55											
1,4	1,2	1,2	1,15											
1,5	1,35	1,25	1,1											
1,45	1,4	1,35	1,2											
1,73	1,6	1,5	1,2											
1,83	1,78	1,6	1,38											
1,5	1,5	1,5	1,2											
1,3	1,3	1,35	1,3											
1,1	1	0,9	0,9											
1,5	1,5	1,45	1,3			1,6	1,4	1,3	1,35	1,2	1			
1,55	1,4	1,3	1,2											
1,74	1,89	1,72				1,4	1,55	1,48	1,88	1,65				
2,05	1,87	1,74	1,59											
1,9	2	1,8	1,5											
1,7	1,7	1,75	1,65											
2,2	2,05	1,9	1,7											
1,85	1,85	1,8	1,65											
1,87	1,84	1,92	1,94											
1,6	1,65	1,6	1,4											
1,8	1,9	1,85	1,65											
1,7	1,7	1,6	1,35											
1,96	1,96	1,8	1,56											
1,4	1,13	1,02	0,87											
1,76	1,74	1,67	1,44											
1,5	1,5	1,4	1,25											
1,65	1,7	1,65	1,48											
2,42	2,4	2,27	1,81											

1,36	1,51	1,46	1,32
1,1	1,1	1	1
1,5	1,6	1,6	1,5
1,8	1,6	1,45	1,3
1,75	1,75	1,5	1,4
1,5	1,5	1,3	
1,25	1,15	1,1	1
1,8	1,8		
1,54	1,49	1,39	1,3
1,65	1,8	1,74	1,58
2,1	2,1	2	1,7
1,63	1,72	1,75	1,52
1,88	1,92	1,91	1,69
2	2	1,9	1,75
2	1,9	1,8	1,7
2,05	1,95	1,8	1,55
2	2,1	2	1,85
2,21	1,98	1,86	1,59
1,65	1,6	1,5	1,4
1,8	1,75	1,6	1,5
2,15	1,95	1,75	1,62
2,05	2	1,95	1,8
1,3	1,2	1	0,9
1,9	1,8	1,6	1,4

1,51	1,63	1,64	1,76	1,65	1,5
------	------	------	------	------	-----

-1,7

-1,1 -0,8 0,1 0,6 1,1

4,3 4,4 6 7,2 8,7 11,4

LF						
125	250	500	1k	2k	4k	8k
0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	